

Teoria dos Campos Conceituais: visitando seus principais fundamentos e perspectivas para o ensino de ciências

RESUMO

A Teoria dos Campos Conceituais, desenvolvida por Gérard Vergnaud (1933), filósofo, matemático e psicólogo francês, é uma teoria cognitivista que se reporta à construção de conceitos como fundamento principal. Para Vergnaud o conhecimento de um indivíduo se constrói à medida que ele consegue estabelecer relações e conceitualizar determinadas situações ou problemas. Tendo em vista esses pressupostos, o objetivo desta produção foi traçar alguns fundamentos, trazidos por Vergnaud, que embasam a Teoria dos Campos Conceituais, tais como: campos conceituais, conceitos, situações, esquemas, invariantes operatórios e as representações. Para tal, foram consultadas suas produções iniciais e atuais. Mais que os pressupostos, a Teoria dos Campos Conceituais se mostra relevante para o entendimento dos processos de desenvolvimento dos conhecimentos científicos pelos indivíduos, além de se constituir um bom referencial para o estudo, elaboração e compreensão de práticas para o ensino de ciências.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem. Teoria do Conhecimento. Ensino de Ciências. Campos Conceituais.

Débora Piai Cedran

depiai@yahoo.com.br

orcid.org/0000-0002-8222-968X

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Maringá, Paraná, Brasil

Neide Maria Michellan Kiouranis

nmmkiouranis@gmail.com

orcid.org/0000-0002-1279-9994

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Maringá, Paraná, Brasil

TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: VISITANDO SEUS PRINCIPAIS FUNDAMENTOS

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC), desenvolvida por Gérard Vergnaud (1933), filósofo, matemático e psicólogo francês, é uma teoria cognitivista que se reporta à construção de conceitos como fundamento principal. Para Vergnaud o conhecimento de um indivíduo se constrói à medida que ele consegue estabelecer relações e conceitualizar determinadas situações ou problemas, que necessitam de teoremas de níveis diferentes (VERGNAUD, 1996a). Nesse sentido, a questão da conceitualização perpassa não somente questões de caráter teórico, pensando no verbo conceitualizar, mas se dá por meio de uma estreita dialetização entre o empírico e o teórico e isso se evidencia não somente na construção dos conceitos pelos sujeitos, mas também na construção histórica dos princípios (VERGNAUD, 1996a).

Dessa forma, a TCC “trata-se de uma teoria psicológica do conceito, ou melhor, da conceitualização do real, que permite situar e estudar as filiações e rupturas entre conhecimentos do ponto de vista de seu conteúdo conceitual” (VERGNAUD, 1996a, p. 133, tradução nossa). Tem também como foco estruturar princípios sobre a aprendizagem e desenvolvimento de competências que são elaboradas em diversos âmbitos, como por exemplo, na escola e seu meio externo (VERGNAUD, 1996a, 2009).

Assim, além de poder auxiliar na organização das intervenções pedagógicas, a TCC tem como seus dois objetivos principais:

(1) descrever e analisar a complexidade progressiva, a longo e médio prazo, das competências matemáticas que os alunos desenvolvem dentro e fora da escola, e (2) estabelecer melhores conexões entre a forma operacional de conhecimento, que consiste na ação no mundo físico e social e na forma predicativa do conhecimento, que consiste nas expressões linguísticas e simbólicas desse conhecimento (VERGNAUD, 2009, p. 83, tradução nossa).

Isto posto, a TCC se faz valer em um contexto em que várias proposições e conceitos são previstos, de forma que, esta teoria possa ser compreendida e significada nos contextos da educação. Tendo em vista esses pressupostos, o objetivo desta produção, foi traçar alguns fundamentos, trazidos por Vergnaud, que embasam a Teoria dos Campos Conceituais, como, campos conceituais, conceitos, situações, esquemas, invariantes operatórios e as representações, e que podem ser refletidos para os contextos da educação.

A PERSPECTIVA DOS CONCEITOS E DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Um campo conceitual pode ser pensado, primeiramente, enquanto conceito, como por exemplo, o da densidade. No entanto, a que se refere à ideia de densidade? Seria possível explicá-la, usando uma definição em si própria, ou seja, sem elementos que constituem outros conceitos? Assim, nos parece adequada a utilização do termo “campos conceituais” quando nos referimos a um fundamento, pois, um conceito nunca está isolado e sempre é formado em relação a outros conceitos e situações (VERGNAUD, 1982, 1996a, 2013a).

Apesar da expressão campo conceitual nos remeter a noção de conceito, Vergnaud (1982, 1996a, 2013a) assume que um campo conceitual pode ser considerado em sua primeira premissa como um conjunto de situações, e posteriormente é avaliado em termos de conceitos e teoremas. Essas instâncias não devem ser pensadas como um processo, do qual o produto final é a formalização dos conceitos, pois eles são desenvolvidos, mesmo que fragilmente, por meio das situações (VERGNAUD, 2013a). Concomitantemente, infere que um campo conceitual deve ser interpretado como “um conjunto de situações, cujo domínio requer uma variedade de conceitos, procedimentos e representações simbólicas, bem conectados uns com os outros” (VERGNAUD, 1982, p. 36, tradução nossa).

Nesse caso, um campo de conceito é delimitado por vários conceitos definidos socialmente e que são aplicados em diversos eventos por um indivíduo. Estes conceitos, por sua vez, foram desenvolvidos por meio de circunstâncias passadas, e serão necessários para compreensão de novas situações. Um campo conceitual, portanto, pode ser pensado em termos de produção do conhecimento científico, no que diz respeito aos problemas da ciência, bem como, advindo da produção intelectual de qualquer indivíduo, procedente das situações cotidianas. Nesse sentido, o próprio “conceito de número nem existiria se o homem não tivesse encontrado problemas de medição” (VERGNAUD, 1979, p. 264, tradução nossa), o que demonstra o pensamento do autor referente a indissociação do conhecimento, que, por fim, deve ser tomado como oriundo dos problemas gerais encontrados.

Assim, para que essa ideia possa ser contextualizada, Vergnaud se utiliza de alguns exemplos, dos quais, o mais presente em seus escritos é o campo conceitual das estruturas aditivas (1982, 1996a, 2009, 2013b).

O campo conceitual das estruturas aditivas pode ser compreendido como um agrupamento de situações às quais seja necessária a utilização de um conjunto de conceitos e teoremas que permitam analisar tal problema no campo da adição, formando um sistema, como por exemplo, “os conceitos de medida, transformação, comparação, diferença e inversão, os conceitos de operações unárias e binárias, os conceitos de função e a abscissa” (VERGNAUD, 1982, p. 36, tradução nossa) entre outros.

Dessa forma, para cada campo conceitual deve ser atribuída uma classe de situações, pois somente uma não seria suficiente para conferir significados ao campo conceitual (VERGNAUD, 1982). Igualmente, uma situação não envolve todos os conceitos pertinentes a um campo conceitual (VERGNAUD, 2009), assim, não podemos considerar que o campo conceitual da adição, está restrito somente a estes conceitos. Analogamente, assume que, para formulação de um campo conceitual, é necessário considerar um amplo conjunto de eventos e conceitos, que subsidiam o entendimento das filiações e rupturas provenientes do campo em análise.

Embora um campo conceitual deva ser pensado como um conjunto extenso de situações e conceitos, Vergnaud indica a importância da distinção entre os campos conceituais, pois, apesar de poderem ser dependentes, devem ser considerados distintos. Como exemplo, o campo densidade, é vinculado a outros

campos, como, massa, volume, proporcionalidade, entre outros, mas deve ser pensado unicamente. Esse entendimento permite, segundo Grenier (2007),

- substituir um conceito por um conjunto de conceitos próximos;
- especificar as classes de problemas onde esses conceitos são ferramentas de resolução (para especificar seus significados) (GRENIER, 2007, p. 3, tradução nossa).

Ao passo que, um campo conceitual possa ser substituído por conceitos próximos, a análise das parcelas (que podem ser de fundamentos mais simples), pode facilitar a compreensão de campos mais complexos, além de tornar mais acessível à promoção de situações que deem sentido aos problemas e campos em desenvolvimento (SANTANA, 2012).

Por esse ângulo, Vergnaud (1996a) se refere a um conceito como um sistema complexo formado por tantos outros conceitos, produzindo, assim, uma teia de conhecimentos. Em relação à construção de conceitos por indivíduos, esses conceitos são formulados à medida que o sujeito os significa através de situações problemáticas, isso se devido ao fato de que todo conceito deve ser operacional, pois, deve servir de sustentação para situações reais, ou seja, “deve ser pensado ou explicado em termos de propriedades e relacionamentos” (VERGNAUD, 1979, p. 264, tradução nossa).

Assim, um conceito não pode ser entendido como uma simples definição, mesmo que a definição seja relevante para constituição do pensamento, e sim, por conseguinte, como um tríplice conjunto distinto, mas dependente, S, I e L (VERGNAUD, 1982, p. 36; 1996a, p.7; 2013b, p. 142), em que,

S: deve ser entendido como o conjunto de situações, que tornam o conceito significativo;

I: deve ser compreendido como, o conjunto de invariantes operacionais, que instituem o conceito e estruturam as formas de organização do pensamento, e que serão evocados pelas situações;

L: deve ser concebido como o conjunto de representações linguísticas e simbólicas que são usadas para retratar o conceito, suas propriedades e as situações ao qual estão relacionados.

De acordo com Vergnaud (1998), a relação entre os invariantes (I) e as situações (S), é a primeira fonte da conceitualização, pois, a formação de conceitos implica na identificação de objetos, com suas propriedades, relacionamentos e transformações, que podem ser manifestados pelo conjunto das representações (L). Em outras palavras, a ideia de constituição de um conceito, pelos indivíduos, sempre remeterá a associação destes conjuntos (S, I e L).

Como exemplo, podemos pensar no estabelecimento do conceito de conservação em um processo. Para isso, uma série de situações será vivenciada pelo sujeito, e estas situações evocarão invariantes, como, as primeiras comparações de ordem global feitas pelas crianças, provocadas pela observação, pelo manuseio, pela contagem não associativa, entre outros. Assim, S e I estão em profunda relação, e as comparações globais podem ser ampliadas para paridades mais restritas ao conceito, com a percepção de outros aspectos e problemas,

como, a manutenção ou não das quantidades, as variações decorrentes da mudança da conformação dos objetos, entre outros.

Em contrapartida, as comparações de ordem global são estabelecidas em conjunto com a linguagem natural dos indivíduos, como por exemplo, a linguagem verbal e gestual, em que não se tem referência a nenhuma representação simbólica mais específica, mas que marcam a inicialização do processo de representação. Por conseguinte, os processos de representação, inseridos no ato de pensar, podem também ser classificados como formas iniciais de elucidação dos objetos e das situações.

Desse modo, para o conceito de conservação, o conjunto L, é construído, mentalmente, por meio da constituição dos objetos e situações. Desta constituição, circunstâncias como o “desaparecimento” e a associação direta dos objetos a uma quantidade, ajudam a significar e retratar o conceito, bem como, sua representação por meio de desenhos e números, que exigem então, uma linguagem mais específica, diante do problema. Assim, indubitavelmente o conjunto das representações (L) está intimamente relacionado com o conjunto dos invariantes (I).

Logo, segundo Vergnaud (2007b), a ideia de conceito, composto por meio do triplete S, I e L, se remete a,

- não se pode estudar o desenvolvimento de um conceito isoladamente, porque é sempre retirado de um conjunto, formando um sistema;

- a conceitualização é um processo que faz parte da atividade, e é necessário, portanto, capturar as conceitualizações que operam nos esquemas, sejam elas explícitas ou implícitas; Isto é o que me levou a dar tanta importância ao conceito de invariante operatório (VERGNAUD, 2007b, p, 288, tradução nossa).

Um conceito trata-se, portanto, do ato de enfrentar as situações, provocar os invariantes e representar as situações e conceitos nela envolvidos, configurando assim, a ideia de mobilidade para um fundamento.

OS ASPECTOS CONSTITUINTES DOS CONCEITOS NA TCC: AS SITUAÇÕES (S), OS INVARIANTES (I) E AS REPRESENTAÇÕES LINGÜÍSTICAS (L)

1- O conjunto das SITUAÇÕES

Segundo definição clássica, a palavra situação pode se remeter a uma classe extensa de significados, como por exemplo, as condições de estado, conjuntura, ocorrência. A ideia das situações coloca-se frente ao que acontece no real e para a psicologia cognitiva, as situações têm papéis que vão além do campo do objeto e do palpável, envolvendo uma relação estreita entre o real e o sujeito.

Nesse sentido, as situações são mais amplas do que sua definição usual, já que o desenvolvimento intelectual se dá por meio das situações, isto segundo a perspectiva de Vergnaud, pois delas surgem novas ou mais complexas formas de estrutura para os conhecimentos. Então, a concepção adotada é a de que “os processos cognitivos e as respostas do sujeito são função das situações com as

quais eles se confrontam” (VERGNAUD, 1996a, p. 171), assim, certifica-se a ideia de que as situações são a porta de entrada para a formação de conceitos. Somado a isto, as situações, são construtivas, pois, auxiliam não somente na interpretação dos fatos, mas conduzem à transformação dos objetos em suas formas de representação.

Em decorrência desta concepção, Vergnaud (1996a, 2009) caracteriza as situações em dois tipos: de **variedade** e de **história**.

As **situações de variedade** contemplam as várias situações que fazem parte de um campo conceitual, vivenciados por um indivíduo durante sua vida, como por exemplo, uma tarefa diária, atividades escolares, entre outros. As situações de variedade se enquadram, tanto em situações já vivenciadas, como em novas, encontradas em novos problemas, dessa forma, se somam e ajudam na construção sistemática das classes de conceitos que já se iniciaram. Assim, as situações de variedade contemplam os acontecimentos que vem do meio de forma aleatória e que constituem um conceito. Como exemplo disso, Vergnaud (1996a) indica que o conceito de adição é formulado naturalmente pelas crianças ao vivenciar situações como, comprar doces, pôr a mesa, separar um time para um jogo, pois, é necessário que pensem em condições de comparação, número, transformação, entre outras, relações estas necessárias para formulação do conceito em questão.

Já as **situações de história** se remetem a acontecimentos já dominados pelos indivíduos, devido ao confronto das situações ao longo de sua vida. Nesse caso, essas situações foram progressivamente coordenadas e são mais responsáveis pela formulação concreta dos conceitos, isso devido ao fato de serem circunstâncias vivenciadas com mais frequência e que, acima de tudo, foram funcionais e verdadeiramente significativas para a conceitualização.

As situações de história também são relevantes na formulação de conceitos, pois, auxiliam na ruptura a conhecimentos anteriores, ou na ampliação desses conhecimentos, dependendo de quão significativa e problemática for a ocorrência. Segundo Vergnaud (2013b, p. 147, tradução nossa) “o desenvolvimento manifesta-se ao mesmo tempo através de continuidades e de rupturas: o novo conhecimento é construído e apoiado por conhecimentos prévios, e às vezes ao opor-se a eles”, o que pode ser favorecido por meio dessas situações. Outra consideração importante é que as situações de história fazem parte do desenvolvimento pessoal, pois se remetem aos acontecimentos na individualidade, já que, as relações com os objetos, pessoas, entre outros, são pertinentes aquela situação e aquele indivíduo.

Apesar de serem acontecimentos individuais, Vergnaud (1996a) afirma que, existem certas regularidades no tratamento de uma mesma situação pelas pessoas, seja, nas concepções primitivas de análise da situação, na construção de relações ou na observação de suas propriedades. Assim, as situações vivenciadas são diferentes, mas formam um todo coerente para o desenvolvimento de um campo conceitual para o indivíduo. Afirma ainda que, o que pode ser comum para as pessoas seja os pontos de rupturas e continuidades para com os conhecimentos anteriores, mesmo em situações diferenciadas (VERGNAUD, 1996a).

Dessa forma, para que um campo conceitual seja desenvolvido, é necessário o enfrentamento de uma série de situações de variedade e de história, já que um

campo conceitual é sempre formado por um amplo conjunto de situações. Toda situação conduz a conhecimentos de base ou a conhecimentos complexos.

2- A noção de ESQUEMAS e o conjunto dos INVARIANTES OPERATÓRIOS

Os esquemas complementam a ideia de situação e são fundamentais para a compreensão da relação entre situações e desenvolvimento intelectual. Segundo Vergnaud (1996a, 2007b, 2009, 2013b), um esquema é a organização invariante de uma conduta para uma classe de situações apresentada. Assim, designa as formas de organização das informações e ações, “e é estruturada por invariantes operatórios, isto é, conhecimentos adequados para selecionar a informação e processá-la” (PLAISANCE; VERGNAUD, 2003, p. 66).

Para Vergnaud (2013a), um esquema pode ter duas funções - organizar e gerenciar ações em situações já familiares, ou ainda, abordar e enfrentar situações desconhecidas, ampliando as ramificações ao qual se aplica o esquema. Assim, os esquemas se adaptam às situações e, durante o desenvolvimento cognitivo, são ampliados a outras classes de situações.

Por consequência, novas situações, que possuam aspectos diferenciados, auxiliarão na construção de novos esquemas. Para isso, os relacionamentos já existentes, entre esquemas, são evocados, ajustados ou ainda desenvolvidos para a apropriação de novas situações (VERGNAUD, 2013a). Logo, para que haja a formação/desenvolvimento de um esquema é necessária uma situação, no entanto, esta só pode ser compreendida se reportar-se às formas invariantes do pensamento. Desta forma, a concepção de invariante operatório complementa o estado da conceitualização, pois, eles são “os conhecimentos contidos nos esquemas” (VERGNAUD, 1996a, p. 160, tradução nossa).

Originalmente a ideia dos **esquemas** foi proposto como base filosófica por Kant (1724-1804) que os consideravam estruturas inatas para a organização de nossa impressão da realidade (EYSENCK; KEANE, 2000). Dessa forma, um esquema seria um produto de nossa imaginação, considerando dialética a relação do sujeito em relação ao objeto. Com efeito, Kant (2001) considera que os conceitos não estão assentados sob forma de imagem em nossas estruturas de pensamento e sim sobre os esquemas.

Certamente a forma considerada por Kant sobre o entendimento, organizado por esquemas, engendrou caminhos para que outros estudiosos considerassem esta forma de organização dos conhecimentos adquiridos por meio de reflexões sobre a experiência. No campo do desenvolvimento, Piaget (1896-1980) foi influenciado pelas obras de Kant, empregando, dentre outros aspectos, o uso do conceito de esquema para explicar o desenvolvimento cognitivo, em especial das crianças. A noção de esquema para Piaget remete-se a uma associação de conteúdos, que advém da relação entre a experiência (objeto) e o sujeito (PIAGET, 1973).

Assim, os esquemas são uma forma de organização do pensamento e são utilizados para compreender o real, bem como agir sobre ele. Dessa forma, tem como principal atribuição assegurar a incorporação de novas informações, de maneira entrelaçada (entre esquemas) sobre novos objetos. Ademais, o “conteúdo de cada esquema de ação depende em parte do meio e dos objetos ou

acontecimentos aos quais se aplica” (PIAGET, 1973, p. 18) e também das questões internas do funcionamento biológico humano. Por consequência, Piaget (1973) considera que os esquemas assumem posições hierárquicas e que são construídos sucessivamente apoiados em diferenciações anteriores.

Apoiado nestas concepções, Vergnaud (1996b) considera como principal contribuição de Piaget a ideia de esquema, proposto como condição para os desdobramentos do conhecimento. Apesar disso, Vergnaud estende a compreensão do conceito de esquema, propondo reflexões acerca das proposituras de Piaget. Assim Vergnaud (2007a, 2007b, 2012, 2013a, 2013b) assume algumas definições para a noção de esquema:

- a) é um todo funcional dinâmico;
- b) é uma organização invariante da conduta para um determinado tipo de situação;
- c) é composto necessariamente por quatro ingredientes - objetivos, submetas e expectativas; regras para gerar ação, busca de informação e controle de decisões; invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação); possibilidades de inferência.

No tocante à primeira definição, Vergnaud assinala a relação de sua definição com a de Piaget. Indica, assim, que os esquemas assumem a dinamicidade da reflexão na construção dos conhecimentos. Preliminarmente, um esquema é dito dinâmico, pois é dependente das situações as quais o sujeito se depara. Dessa forma, os esquemas são responsáveis por acomodar e generalizar novas informações (VERGNAUD, 1991). Por conseguinte, nosso relacionamento com a realidade, mais exatamente as situações, nos obriga a evoluir e constituir novos esquemas, portanto, os esquemas são considerados por Vergnaud (1996a, 1991, 2013a) flexíveis, o que permite adotá-los em circunstâncias variadas em uma mesma classe de situações.

Um esquema também é dito ativo, pois a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo promovem a ampliação de um esquema. Isso porque, os esquemas são combinados, descombinados e recombinados para formar novos esquemas, são ainda, simplificados, reduzidos ou automatizados quando certas partes dos esquemas já se tornaram familiares e são controladas apenas por outras variáveis das situações (VERGNAUD, 1991).

Nesse caso, as condições indicadas são provindas de dois tipos de situações: as já dominadas e as novas situações (VERGNAUD, 1996a). No primeiro caso, o sujeito já dispõe em seu repertório, esquemas para o tratamento imediato da situação, assim, eles podem ser simplificados, reduzidos ou automatizados. Já em situações novas, são utilizados muitos esquemas, que são estendidos a esta nova classe de situações, ou ainda, que são renegados, antes mesmo da constituição de uma ideia. No fundo sempre são os esquemas os evocados para resolução de uma situação. Mesmo os fracassos mostram alguns esquemas que supostamente foram, de maneira frustrada, usados pelo indivíduo (VERGNAUD, 1996a).

Ainda com relação ao caráter dinâmico de um esquema, seu aperfeiçoamento advém de situações que podem acarretar em filiações e rupturas com relação a conhecimentos anteriores. O autor indica que ambos os casos são relevantes para o desenvolvimento de um esquema, já que conceitos prévios auxiliam na compreensão de novos conceitos quando estes são compatíveis e

complementares, daí a ideia de filiação ou continuidade. Estes conceitos são construídos de forma a aumentar as ramificações e, assim, sua amplitude. Por outro lado, em outros momentos as rupturas se fazem necessárias, já que ao interpretar novas situações o sujeito pode se deparar com fatos que contraponham suas ideias atuais. Nesse caso, é por meio de uma ruptura que o desenvolvimento ocorre. Assim, o desenvolvimento de um esquema se dá por meio de filiações e rupturas, entre a dialética do antigo e do novo (VERGNAUD, 2013b).

Com relação à segunda definição, Vergnaud (1996a, 1991, 1998, 2007a, 2007b, 2009, 2013a, 2013b) considera um esquema como uma organização invariante da conduta para um determinado tipo de situação. Os esquemas são necessários em todas as ações, sejam elas automatizadas ou refletidas. Enquadra-se em um amplo escopo como andar, falar, escrever um discurso, planejar uma atividade, resolver problemas escolares (VERGNAUD, 1991).

Sendo assim, os esquemas são modificados à medida que nos deparamos com determinadas situações, no entanto, são invariantes frente às organizações das condutas. Quando uma situação se encontra dominada, é neste ponto que os esquemas são efetivamente evocados, ou seja, os esquemas necessários a resolver aquela classe de situações (VERGNAUD, 1996a). Plaisance e Vergnaud (2003, p. 66) sinalizam que os primeiros esquemas de um indivíduo são “perceptivo-gestuais, isto é, maneiras de organizar a tomada de informação e ação para agir sobre os objetos, em função de certa intenção ou de um objetivo a atingir”. Neste caso, a necessidade em andar, por exemplo, fará com que o sujeito organize informações e maneiras de agir, para realizar a tarefa.

Analogamente, o que se torna invariável não são as condutas observáveis, pois elas resultam das situações, mas, sim, a sua organização (VERGNAUD, 2007a, 2007b, 2012, 2013a, 2013b). À vista disso, um sujeito não necessariamente terá as mesmas ações ao andar, pois dependerá da intenção, local, para onde desejara ir, mas a sua forma de organização interna, quanto a levantar as pernas, mover-se, entre outros, será invariável, caso contrário, necessitaria construir todos os dias as mesmas operações.

A princípio estes esquemas vão se constituindo em decorrência da necessidade (daí o caráter funcional e dinâmico). No entanto, na medida em que determinada situação torna-se dominada, pode-se dizer que o esquema referente àquela situação está constituído, ou seja, torna-se invariante frente à organização da conduta (VERGNAUD, 2009). Isso não implica que um esquema nunca será modificado, mas que a modificação é dependente da ocorrência de uma nova situação. Assim Vergnaud afirma:

[...] um esquema não é um estereótipo, mas uma função temporizada com argumentos, que permite gerar sequências diversas de ações e de tomada de informação, em função dos valores das variáveis da situação. Um esquema é sempre um universal, porque se encontra associado a uma classe e, por outro lado, porque esta classe não está, em geral, acabada (VERGNAUD, 1996a, p. 163).

Para além da ideia de invariação da organização da conduta, mas ainda considerando a segunda definição de esquema, este pode ser utilizado para um determinado tipo de situação, ou melhor, para uma classe de situações

(VERGNAUD, 2013a). Esta classe pode ser grande ou pequena ou, ainda, pode ser inicialmente pequena e depois expandida (VERGNAUD, 2007a). Isso não deve denotar a ideia de que há um único esquema para uma classe de situações, pois, muitas vezes, a situação requer um montante de esquemas (VERGNAUD, 1996a, 2013b). Assim, quando um sujeito se depara com situações as quais necessite fazer, por exemplo, uma quantificação (classe de situações), sempre requererá determinados esquemas, considerando aqui, uma variedade deles.

Ponderadas as ideias de invariação da organização da conduta para uma classe de situações, a terceira definição configura os ingredientes dos esquemas e permite, conseqüentemente, compreendê-los analiticamente. Assim, os esquemas são constituídos de quatro elementos: objetivos, submetas e expectativas; regras para gerar ação, busca de informação e controle de decisões; invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação); possibilidade de inferência.

Os **objetivos** indicam os primeiros intuítos do sujeito, isso implica em considerar que um esquema não pode ser definido somente pela ação, mas também, como reflexão frente às necessidades. São promovidos, também, pelas situações e podem ser negociados com outras pessoas. Os objetivos são, portanto, a parte intencional dos esquemas, e são indispensáveis para a organização da ação. Para fomentá-las (ação), os propósitos podem ser decompostos em submetas que são geridas, antes ou durante o processo, o que constitui possíveis expectativas (VERGNAUD, 2013b).

Já as **regras para gerar ação** são as componentes geradoras dos esquemas (VERGNAUD, 1996b, 2007a, 2013b) e são condicionadas pelos objetivos. Porém, não criam a ação, mas, toda a atividade do sujeito, o que inclui gerenciar, coordenar, buscar e controlar as informações. Também permitem o controle da ação, de modo a possibilitar o alcance do objetivo. São responsáveis em assegurar o processo regulatório dos esquemas (VERGNAUD, 1996b, 2007a).

Também por consequência da regulação destas regras, Vergnaud (2012), assinala que os esquemas são formados progressivamente, considerando a ideia das filiações, e que, não somente as ações observáveis, mas também, a busca por informações e controle das decisões, é organizada por este ingrediente. Ademais, esta regulação permite, inclusive, mudanças na condução da ação, envolvendo a concepção das rupturas.

Assim, as regras para gerar ação, são responsáveis por tornar os esquemas coerentes em suas conexões, de modo a garantir seu funcionamento. Todavia, como as situações são a “porta de entrada” para a conceitualização, as regras são condicionadas, pelas metas, expectativas e objetivos lançados pelas situações e necessidades do sujeito (VERGNAUD, 2013b). Para tanto, é necessário identificar objetos, seus atributos e correlações, o que se torna possível, por meio da conceitualização. Assim, a ideia do conhecimento processual pode ser estendida, pois, para Vergnaud (2012, p. 291, tradução nossa),

(...) não é o conceito de sucessão regular o único que pode ajudar compreender as razões que vinculam as diferentes condições possíveis e as diferentes atividades associadas a elas. Existem relações conceituais entre condições e atividades.

Dessa forma, tanto metas e objetivos, quanto as regras para gerar ação são possíveis devido às conceitualizações feitas sobre objetos e situações. É este argumento, utilizado por Vergnaud, que introduz aos esquemas os “componentes epistêmicos” (VERGNAUD, 2012, p. 291), conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, ou **invariantes operatórios**.

Os invariantes operatórios são ditos componentes constantes dos esquemas, e são construídos no decorrer do tempo. Assim, para os indivíduos uma noção pode ser variável, mas à medida que ele consegue desenvolver os esquemas referentes aquele conceito, a concepção se torna invariável (VERGNAUD, 1982). Por exemplo, para uma criança parece ser condizente que se tenha diferentes volumes de um líquido quando ele é transportado de um copo para outro, com diferentes diâmetros, já para o adulto essa percepção se mostra irrelevante, pois é permanente. Isto posto, os invariantes operatórios são encarados, pelos sujeitos, como propriedades óbvias das situações (VERGNAUD, 1982), devido ao processo de conceitualização, assim, dificilmente são modificados.

Considerando esta perspectiva, os significados repousam sobre os invariantes operatórios (VERGNAUD, 1991), o que implica dizer que as conceitualizações podem estar implícitas nos esquemas e que nos esquemas é possível encontrar os conhecimentos-em-ação (VERGNAUD, 1996a). Assim, Vergnaud (1996b) infere que nos invariantes é possível encontrar a base conceitual implícita ou explícita. Esta base conceitual é que permite o processamento das informações que são, de fato, pertinentes, possibilitando as inferências e interpretações. Dessa forma, somente com a integração dos invariantes é que os objetivos, expectativas e regras para gerar ação passam a ser válidos. Assim, assinala Vergnaud (2007a, p. 7, tradução nossa),

A principal função dos invariantes operacionais é coletar e selecionar informações relevantes e inferir consequências úteis para ação, controle e posterior captura de informações. É então uma função de conceitualização e inferência.

Para cada situação um sujeito tem vários conhecimentos possíveis. Para identificar os objetos e possibilitar relações, são necessários os invariantes, em que repousam as bases conceituais da cognição. Estes conhecimentos podem ser divididos em duas classes: conceitos-em-ação e teoremas-em-ação.

Os conceitos-em-ação são ditos categorias de pensamento consideradas pertinentes ou não (VERGNAUD, 1996b, 1998, 2013a, 2013b), assim, alguns possuem status de objeto, outros de predicados (VERGNAUD, 2013b). Entende-se por objeto, tanto as coisas “materiais perceptíveis” como os “objetos construídos” pela cultura, ciência, tecnologia ou pelo mesmo sujeito individual” (VERGNAUD, 2013b, p. 153, tradução nossa), enquanto os predicados podem ser compreendidos como propriedades dos objetos observáveis ou inferidas por meio das elaborações culturais. Como exemplo, pode-se pensar nos conceitos de velocidade, temperatura, tempo, termômetro, transformação, mol, pressão, que serão considerados tocantes ou não a situação. No entanto, um conceito-em-ação, se objeto ou predicado, não dá possibilidades de inferência, como aponta Vergnaud (2007b), pois não são passíveis de questionamento. Nesse sentido, as relações são possíveis por meio dos teoremas-em-ação.

Os teoremas-em-ação são tomados, dessa forma, como proposições sobre o real, que são defendidas como verdadeiras pelos indivíduos (VERGNAUD, 1996b, 2009, 2012, 2013a, 2013b), dessa forma, são espontaneamente usados e podem estar certos ou equivocados do ponto de vista dos conhecimentos aceitos culturalmente (VERGNAUD, 2012). Nesse caso, pode-se ter os conceitos-em-ação, como exemplo, pressão, volume e temperatura, que são julgados pertinentes ou não, no entanto, ponderar sobre o aumento da pressão, quando se diminui o volume de um recipiente, com temperatura constante, depende de um teorema, ou ainda, considerando uma situação, um teorema-em-ação.

Por outro lado, os teoremas-em-ação são desenvolvidos durante um longo período de tempo, requerendo teoremas de níveis diferentes (VERGNAUD, 2009), assim, relacionamentos como, a pressão depende da temperatura, podem ser considerados de complexidade menor, no sentido de envolver dois conceitos, quando comparados ao caso anterior (pressão, volume e temperatura). Também alguns teoremas-em-ação podem ser específicos, enquanto outros podem ter características mais universais e serem usados em várias situações pelos sujeitos (VERGNAUD, 2007, 2013b).

Por certo, Vergnaud (1982, 1991, 2012) concebe que os teoremas-em-ação são a forma pela qual se possa fazer inferências sobre a realidade. Para o autor (2012), não há ação sem teoremas-em-ação, ou seja, sem assegurar problemas reais com a realidade, o que possibilita o caráter adaptativo e operacional nos esquemas (VERGNAUD, 1991).

Em decorrência da proposta de que não há ação sem teoremas-em-ação, Vergnaud (1982, 1998, 1991, 2007b) considera que os teoremas-em-ação, são na maioria das vezes implícitos, ou seja, nem sempre são conscientes. Pondera, por consequência, que, em cada ação, selecionamos uma parte muito pequena das informações disponíveis (VERGNAUD, 1998). Com isso, a título de exemplo, sabemos, naturalmente, que um recipiente fechado pode estourar, com o aumento da temperatura, no entanto, este teorema-em-ação, pode manter-se sem a necessidade de maiores explicações, mas caso o sujeito procure justificativas da ocorrência, pode então, fazer-se explícito o teorema-em-ação. Quando se tornam conscientes ou explícitos, os teoremas-em-ação podem tornar-se verdadeiros teoremas científicos (VERGNAUD, 1979, 1991), pois são apresentados e dialogados com outros indivíduos.

O autor pondera ainda que, o que de fato é conceitualizado se torna explícito (VERGNAUD, 1991), logo, os teoremas-em-ação podem se converter em teoremas científicos se forem conceitualizados, isto é, necessitam inicialmente serem percebidos, e por consequência, refletidos, expressados, ponderados e significados em diversas circunstâncias. Também em virtude da característica tácita dos teoremas-em-ação, muitos dos erros e dificuldades apresentados pelos sujeitos são demarcados pelos processos de conceitualizações internas, que, por hora, são insuficientes do ponto de vista científico (VERGNAUD, 1991).

Considerando que não existe ação sem teoremas-em-ação, e que não há ação sem objetos e predicados, Vergnaud (1996a, 2007a, 2007b, 2009) reitera que a relação entre teoremas-em-ação e conceitos-em-ação é dialética e indissociada. Para ele,

A relação entre teoremas e conceitos é obviamente dialética, na medida em que não há teoremas sem conceitos e nem conceito sem teoremas. Metaforicamente, podemos dizer que os conceitos-em-ação são os tijolos com os quais os teoremas-em-ação são feitos e que o único motivo para a existência dos conceitos-em-ação é precisamente permitir a formação de teoremas-em-ação (proposições verdadeiras), das quais são possíveis a organização da atividade e as inferências. Reciprocamente, os teoremas são constitutivos de conceitos, pois, sem proposições verdadeiras, os conceitos ficariam vazios de conteúdo (VERGNAUD, 2007a, p. 8, tradução nossa).

Isto posto, citando nosso exemplo, a relação entre o recipiente que estoura e a dependência da pressão em função da temperatura, que são possíveis teoremas-em-ação depende da construção dos conceitos-em-ação, como recipiente, temperatura, “estouro”, pressão, termômetro etc. Sem a significação desses conceitos-em-ação não seria possível conceber as relações e inferências, ao passo que, sem os teoremas-em-ação, não seria possível ao menos compreendê-los em uma ação.

Salienta-se que os invariantes operatórios estão ligados aos objetivos, regras para gerar ação, pois são responsáveis por agregar os conteúdos pertinentes das situações. Todavia, o que propicia compreender que um esquema não é um estereótipo é seu último ingrediente: **possibilidades de inferências**.

A possibilidade de inferência oportuniza entender que um esquema é fruto da intensa atividade dos sujeitos (VERGNAUD, 1991, 2007b, 2009, 2013b) e que são regulados por adaptações, controles e ajustes graduais (VERGNAUD, 2007a). Permitem, dessa forma, a criação de inferências, do tipo, “então... se...”, antes, durante e depois dos acontecimentos. Como consequência, Vergnaud (2007a) certifica que dificilmente uma ação é realizada sem a saída de novas informações, mesmo que sejam automatizadas e, por conseguinte, as inferências propiciam a escolha de uma alternativa entre várias, dependendo das vantagens e desvantagens encontradas (VERGNAUD, 2013b).

Os ingredientes de um esquema constituem, desse modo, uma forma integrativa de pensar a sua construção. Não é possível conceber os invariantes operatórios, que, segundo Vergnaud, são um dos componentes de maior representatividade nos esquemas, se os meios de regulação, entrada e controle das informações não se mostrarem funcionais.

Os esquemas, segundo Vergnaud, de fato se diferenciam e se estendem em relação ao conceito de esquema para Piaget. Nesse sentido, além da relação entre os objetos e o sujeito na constituição dos esquemas, é necessário considerar que conceitos e teoremas também estão contidos nos esquemas, ou seja, esquemas matemáticos (considerando a perspectiva de Vergnaud), ou, ainda, esquemas explicativos da ciência. Também há que se considerar que existem esquemas, que, para Vergnaud (1998), são tão importantes quanto os perceptivos-gestuais e matemáticos - os esquemas verbais e sociais.

De fato, esses esquemas se combinam para resolver uma classe de situações. A resolução de um problema coletivo, como, por exemplo, um exercício de química, exige que vários esquemas se façam necessários como, negociações, esclarecimentos, sistematizações, redações, cooperações, entre outros, o que torna imprescindível a discussão sobre o conjunto L, das **representações linguísticas e simbólicas**.

3- O conjunto das REPRESENTAÇÕES

Vergnaud (2007a, 2009, 2012, 2013a) apresenta quatro significados distintos para o conceito de representação, mas que, segundo sua ótica, são interdependentes:

Significado 1 – A representação é **fluxo da consciência**, pois é manifestada por meio da percepção e da imaginação. A percepção consiste na identificação de objetos e relacionamentos que dependem das experiências e interesses de cada um, como, por exemplo, a vivência da escola. Mesmo com espaços comuns, o entendimento dos alunos será diferente dos professores, que, por sua vez, será diferente da dos pais dos alunos.

Mas além da percepção, Vergnaud (2013a) considera que a imaginação também é derivada do fluxo da consciência, já que nem todos os objetos são inteiramente materializados, ou seja, perceptíveis, como no caso dos frutos derivados dos objetos construídos pela ciência, como o conceito de átomo, gene, força, e muitos outros. Ainda, segundo o autor (2007a), a consideração de que a representação é fluxo da consciência é a sua evidência mais direta como um fenômeno psicológico.

Significado 2 – A representação é um **sistema de conceitos**. Vergnaud (2007a) considera que a representação é estruturada por conceitos. Não é possível imaginar, falar sobre um objeto ou representá-lo por meio de figuras sem conceitos, mesmo que prévios, sobre ele. A formalização deste sistema de conceitos é de responsabilidade dos invariantes operatórios, já que são os componentes epistêmicos dos esquemas. Nesse sentido, a representação pode ser explícita ou implícita e está, novamente, vinculada às ações dos indivíduos, pois, não existe ação e percepção sem os invariantes. Isto posto, o autor fundamenta este segundo significado, por meio do entendimento que se faz de um símbolo, ou qualquer tipo de linguagem.

Assim, as representações “funcionam em qualquer caso como substitutos computáveis para a realidade e, portanto, são constituídos por teoremas-em-ação: proposições que são consideradas verdade” (VERGNAUD, 1998, p.174, tradução nossa). A forma como um aluno interpreta o sinal de igualdade, por exemplo, pode ser diferente do que é pensado pelos matemáticos (VERGNAUD, 1982), o que está relacionado diretamente com os invariantes operatórios, ou seja, os conceitos e teoremas desenvolvidos na ação pelo sujeito.

Significado 3 – A representação é um **sistema de significantes e significados**. Para Vergnaud (1996a) são as situações que dão sentido a um conceito. No entanto, o significado não está nos próprios eventos. Por outro lado, considera que o sentido não está nos símbolos e nas palavras e sim na relação entre o sujeito, a situação e os significantes (linguagem natural e os outros simbolismos).

Consequentemente entende que a relação entre situações e esquemas é a primeira fonte de representação, o que se dá por meio dos invariantes operatórios, na “identificação dos objetos, com suas propriedades, relacionamentos e transformações” (VERGNAUD, 1998, p. 177, tradução nossa). Aos invariantes, se depreende, dessa forma, a responsabilidade dos significados nas situações, que serão mediados por meio da linguagem ou qualquer sistema de significantes.

O vínculo, por conseguinte, entre sujeito (invariantes operatórios), situações e significantes é considerado tão enredado que “quando os invariantes operacionais são expressos e envolvidos em sistemas de conceitos e símbolos, o seu estado cognitivo muda, até o ponto em que os esquemas podem às vezes tornam-se algoritmos” (VERGNAUD, 1998, p. 176, tradução nossa). Assim, a função dos significantes (linguagem natural e símbolos) é de facilitar o processo de efetivação dos invariantes operatórios, portanto da conceitualização. Por outro lado, Vergnaud (1991) considera que, não é possível pensar em automatização da linguagem e das representações simbólicas, quando a conceitualização não foi iniciada, pois não existe enunciado ou representação do que não foi previamente pensado.

Logo, a representação é um processo dinâmico (VERGNAUD, 1998), e, em vista disso, não podem ser ponderadas como fotocópias da realidade, tanto do que pensa um indivíduo como em relação aos objetos. Dessa forma, cada pessoa pode apresentar ou compreender um sistema de significantes de forma diferenciada das de outros sujeitos, o que justifica o fato de um mesmo problema/situação ter múltiplas interpretações e variadas formas de ilustração.

Com o objetivo de auxiliar na compreensão de que as representações são um sistema de significantes e significados e que este processo é dinâmico e pessoal, Vergnaud (2013a) recorre a variados exemplos, considerando a problemática das fórmulas que são usadas em química, física, matemática, entre outros. Para ele, as fórmulas possuem dupla relevância. Primeiro porque carregam intrinsecamente suas variáveis ou constantes e suas devidas operações e, também, porque possibilitam diferentes usos e leituras.

Assim, para o volume de um prisma, $V = A \cdot h$, “podemos ter várias leituras desta fórmula, bem como, usos distintos que podem ser conceitualmente diferentes” (VERGNAUD, 2013a, p. 54, tradução nossa). Por meio dela, somos capazes de calcular o volume, a altura ou a área de superfície da base, considerando todas as operações matemáticas envolvidas. Também podemos pensar nas relações proporcionais como “o volume é proporcional à altura quando a área de superfície da base é considerada constante, e para a superfície da base quando a altura é constante” (VERGNAUD, 2013a, p. 54, tradução nossa).

Em vista disso, são possíveis diferentes interpretações e aplicações para uma única fórmula e cada uma delas dependerá da configuração ou complexidade da conceitualização por parte do sujeito, ou seja, da relação entre o indivíduo (invariantes), os sistemas de significados e as situações.

Significado 4 – A representação é um **sistema de esquemas**. As representações podem ser compreendidas como produtos da ação e percepção (VERGNAUD, 2009) e também auxiliam na regulação e organização desse movimento. Nesse sentido, devem ser abrangidas em todos os aspectos referentes aos esquemas, ou seja, não somente aos invariantes operatórios, pois, não esgotam todo o seu conteúdo (VERGNAUD, 2012).

Por estas considerações, os esquemas são, segundo Vergnaud (2012), os responsáveis pela percepção, ação e imaginação e estes processos envolvem, necessariamente, o uso das representações linguísticas e simbólicas. É por meio das expressões do pensamento que se torna possível traçar objetivos, formalizar

regras para gerar ação e propor inferências, pois permitem a simulação da realidade, portanto, ajudam a conceituá-la (VERGNAUD, 2007a).

TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: ALGUMAS PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Em virtude do processo de conceitualização que se dá pela relação entre os invariantes (I) e as situações (S) e que podem ser manifestados pelo conjunto das representações (L), Vergnaud (2007b) indica a importância de outros sujeitos nos processos de mediação, por meio de proposições de novas condições de aprendizagem. Nessa perspectiva, Plaisance e Vergnaud (2003) afirmam que, tanto os pais quanto os professores têm papel formador das situações que podem despertar interesse, pois podem intervir na escolha das situações e problemas a ser solucionados. De fato, situações enriquecedoras podem facilitar o desenvolvimento de esquemas, ou ainda, promover conflitos de forma que esquemas existentes se adaptem a novas situações.

Considerando essa perspectiva, no que diz respeito à TCC e o ensino de ciências vários autores vislumbraram o potencial das situações mediadas por uma teoria de interpretação cognitiva. Dentre os campos e situações contemplados encontramos, por meio da análise detalhada de artigos dos últimos dez anos que se enquadraram em periódicos qualificados em A1 e A2 (área de avaliação - ensino), categorizados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), referente ao quadriênio 2013-2016, pesquisas voltadas, especialmente, para a compreensão de conceitos em física, focados na aplicação de situações de aprendizagem e análise dos invariantes operatórios, como indicado no Quadro 1 Neste âmbito, os trabalhos foram desenvolvidos, não somente como episódios de ensino para os campos em questão, mas também para compreender os processos de aprendizagem desses campos conceituais.

Quadro 1 - Artigos publicados dos anos 2007 a 2017 sobre a TCC

Título artigo	Área	Conceitos da TCC	Referência
Da teoria dos campos conceituais à didática profissional para a formação de professores: contribuição da psicologia e da sociologia para a análise de práticas pedagógicas	Formação de professores	-Esquemas -Situações	ACIOLY-RÉGNIER, N. M.; MONIN, N. Educação Unisinos, v. 13, n. 1, p. 5-16, janeiro/abril 2009.
Utilização de um dispositivo pedagógico tecnológico híbrido na formação de professores na França	Formação de professores	- Competências -Conceitos -Situações	ANDRADE, P. V. C. C.; ACIOLY-RÉGNIER, N. M. Educação Unisinos, v. 20, n. 1, p. 117-128, janeiro/abril 2016.
As equações matemáticas no ensino de Física: Uma análise de conteúdos em livros didáticos de Física	Física	-Processo de conceitualização	ANJOS, A. J. S.; SAHELICES, C. C.; MOREIRA, M. A. Revista Electrónica de Enseñanza

Título artigo	Área	Conceitos da TCC	Referência
		-Conjunto de representações simbólicas -Situações	de las Ciencias, v. 14, n. 3, p. 312-325, 2015.
Concepções e dificuldades dos professores de Física no campo conceitual da modelagem científica	Modelagem	-Dificuldades -Campo conceitual	BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 9, n. 3, p. 669-695, 2010.
Evaluación del aprendizaje de interferencia y difracción de la luz en el laboratorio de física	Física	-Situações de aprendizagem	BRAVO, S.; PESA, M. Investigações em Ensino de Ciências, v. 21, n. 2, p. 68-104, 2016.
Los conceptos de sistema y equilibrio en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la Mecánica y Termodinámica. Posibles invariantes operatorios.	Física	-Obstáculos de aprendizagem -Invariantes operatorios -Situações	COVALEDA, R.; MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 8, n. 2, p. 722-744, 2009.
La comprensión de la situación física en la resolución de situaciones problemáticas. Un estudio en dinámica de las rotaciones.	Física	-Invariantes operatorios -Situações -Ações e esquemas	ESCUADERO, C.; JAIME, E. A. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n. 1, 2007.
Conocimientos en acción: un estudio acerca de la integración de las fuerzas y la energía en cuerpo rígido	Física	-Representações -Invariantes operatorios -Situações	ESCUADERO, C.; JAIME, E. Investigações em Ensino de Ciências, v. 14, n. 1, p. 115-133, 2009.
Teoremas-en-acto y conceptos-en-acto en dos situaciones relativas a la acción de sistema cuántico	Física	-Situações -Teoremas-en-ação	FANARO, M. D. L. Á.; OTERO, M. R.; MOREIRA, M. A. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, n. 3, 2009.
Avanços e retrocessos dos alunos no campo conceitual da Termodinâmica	Física	-Situações -Esquemas -Invariantes operatorios	GRINGS, E. T. D. O.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 7, n. 1, p. 23-46, 2008.
Uma proposta didática para abordar o conceito de temperatura a partir de situações, à luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud	Física	-Invariantes operatorios -Símbolos	GRINGS, E. T. D. O.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 1-21, jan./abr. 2008.

Título artigo	Área	Conceitos da TCC	Referência
Aprendizaje de los conceptos de fuerza y energía en estudiantes de ingeniería: un estudio exploratorio	Física	-Situções -Invariantes -Esquemas	HENRÍQUEZ, A. L.; JIMÉNEZ-GALLARDO, C.; DÍAZ-PINTO, W. L. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, v. 8, n. 1, p. 14-23, Junio 2013.
O problema dos teoremas-em-ação sobre a força de atrito na disciplina de física geral para graduação	Física	-Teorema-em-ação -Situções	HILGER, T. R.; OLIVEIRA, Â. M. M. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 5, n. 1, p. 54-70, jan./abr. 2012.
El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la física	Física	-Situções	JAIME, E. A.; ESCUDERO, C. Enseñanza de las Ciencias, v. 29, n. 3, p. 371-380, 2011.
Implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza para el tópico física de partículas en una disciplina de estructura de la matéria basada en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud	Física	-Situções	KREY, I.; MOREIRA, M. A. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 8, n. 3, p. 812-833, 2009.
Cognitive Analysis When the Students Solve Problems	Química	-Situções - Representações	LEDESMA, E. F. R. A Cognitive Analysis When the Students Solve Problems. Creative Education, v. 3, n. 4, p. 400-405, 2012.
Teoremas-em-ação e Conceitos-em-ação na Física aplicada à Medicina	Física	-Teoremas e conceitos-em-ação -Situções	PARISOTO, M. F.; MOREIRA, M. A.; MORO, J. T. Ensino, Saúde e Ambiente, v. 6, n. 3, p. 114-128, Dezembro 2013.
Modelo ondulatório como estratégia de promoção da evolução conceitual em tópicos sobre a luz em nível médio	Física	-Situções -Conceitos e teoremas-em-ação -Invariantes operatórios	SILVA, J. D. A.; SOUZA, C. M. S. G. Ciência e Educação, v. 20, n. 1, p. 23-41, 2014.
Etnofísica, modelagem matemática, geometria. Tudo no mesmo Manuzá	Física Matemática	-Invariantes operatórios	SOUZA, E. S. R. Revista Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 9, n. 18, p. 99-112, jan-jun 2013.

Título artigo	Área	Conceitos da TCC	Referência
Un modelo para analizar las interacciones discursivas en clases de Física	Física	-Processo de conceitualização	STIPCICH, S.; MOREIRA, M. A.; CABALLERO, C. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, v. 2, n. 1, p. 1-22, Julio 2007.

Fonte: autoria própria (2017).

Assim, com base na discussão levantada no decorrer deste escrito, bem como nos trabalhos citados, podemos vislumbrar o vasto espectro de possibilidades nas quais a TCC pode contribuir para a reflexão da forma como os conceitos são construídos pelos indivíduos, como também no planejamento de atividades que sejam potencialmente significativas para o ensino de conceitos científicos. Além das perspectivas tratadas nas pesquisas publicadas e que foram contempladas no Quadro 1, a TCC também pode ser ampliada em sua potencialidade, já que, Vergnaud também discute outros aspectos que podem ser utilizados como, o desenvolvimento de competências (VERGNAUD, 2013), análise da complexidade de tarefas e procedimentos (VERGNAUD, 1979), estudos sobre as representações (VERGNAUD, 1979, 1982, 1998, 2007b, 2013a), as formas operatórias e predicativas do conhecimento (VERGNAUD, 2007a, 2009, 2012, 2013a, 2013b), o processo de mediação e interação entre os indivíduos (VERGNAUD, 2013a), entre outros.

Considerando esta proposição, a TCC pode ser utilizada não somente em conhecimentos científicos, mas também para compreender a construção de metaconceitos como o apresentado por Vasques *et al.* (2010), que identificaram concepções e dificuldades de professores de física no campo conceitual da modelagem científica.

Além dos conceitos científicos e metaconceitos, o ensino por investigação também foi considerado por Matos e Martins (2011) como um campo conceitual. Os autores verificaram, durante formação continuada de uma professora, que alguns conhecimentos-em-ação foram ampliados, o que, na ótica dos pesquisadores revelou como frutífera a TCC para a construção e compreensão das ramificações do campo conceitual de ensino por investigação em professores. Tauceda (2014) também ponderou sobre a temática da formação de professores com o uso da TCC, de forma que, com a proposição e resolução de situações-problemas, os professores em formação continuada e inicial necessitaram ressignificar alguns conceitos, como os pedagógicos, por exemplo.

Cabe então, por meio do estudo das didáticas, da epistemologia e da psicologia, compreender a forma como os conhecimentos são desenvolvidos por meio das situações (PLAISANCE; VERGNAUD, 2003) e também como foram manifestados no decorrer da história da ciência.

Assim, o presente escrito possibilitou apresentar a Teoria dos Campos Conceituais, que se mostrou relevante para o entendimento dos processos de desenvolvimento dos conhecimentos científicos pelos indivíduos, além de se constituir um bom referencial para o estudo, elaboração e compreensão de práticas para o ensino de ciências, o que foi evidenciado em nossa revisão

bibliográfica. Neste sentido foram vislumbradas as potencialidades da TCC, especialmente nas aplicações de situações significativas e na compreensão do processo do desenvolvimento conceitual, mediante análise dos invariantes operatórios. Embora a TCC revele uma vasta literatura, em especial para conceitos matemáticos e físicos, sua abordagem ainda é pouco explorada na compreensão do desenvolvimento dos processos cognitivos sobre outras áreas das ciências.

Theory of Conceptual Fields: visiting its essential foundations and prospects for teaching sciences

ABSTRACT

The Theory of Conceptual Fields, developed by French philosopher, mathematician and psychologist Gérard Vergnaud (1933), is a cognitive theory that refers to the construction of concepts as its essential foundation. The knowledge of an individual, according to Vergnaud, is constructed insofar as this person manages to establish relationships and conceptualize certain situations or problems. Bearing in mind these assumptions, the aim of this study was to sketch some basics, introduced by Vergnaud, that are based on the Theory of Conceptual Fields, such as conceptual fields, concepts, situations, schemes, operative invariants and representations. To this end, his early and current studies were consulted. More than the assumptions, the Theory of Conceptual Fields has proven relevant to understanding the development processes of scientific knowledge, in addition to constructing a good point of reference for the study, elaboration and understanding of practices for teaching sciences.

KEYWORDS: Learning. Theory of Knowledge. Teaching Sciences. Conceptual Fields.

REFERÊNCIAS

EYSENCK, M.; KEANE, M. **Cognitive Psychology A Student's Handbook**. 4. ed. New York: Psychology Press Ltd, 2000.

GRENIER, D. **La théorie des champs conceptuels et le modèle de conception (Notes de cours)**. Grenoble Master2 R et P IC2A Didactique des Sciences. UE TC1 Eléments d'épistémologie et de Didactique. Grenoble. 2007.

KANT, I. **Crítica da Razão Pura**. Tradução de Manuela Pinto dos Santos e Alexandre Fradique Morujão. 5. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

MATOS, S. A.; MARTINS, C. M. C. O ensino por investigação como campo conceitual na teoria de Vergnaud. **VIII ENPEC**, Campinas, 2011.

PIAGET, J. **Biologia e Conhecimento**: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

PLAISANCE, É.; VERGNAUD, G. **As Ciências da Educação**. Tradução de Nadyr de Salles Penteado e Odila Aparecida Queiroz. 1. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

SANTANA, E. R. D. S. **Adição e Subtração**: o suporte didático influencia a aprendizagem do estudante? Ilhéus: Editus, 2012. 235 p.

TAUCEDA, K. C. **O contexto escolar e as situações de ensino em ciências**: interações que se estabelecem na aprendizagem entre alunos e professores na perspectiva da teoria dos campos conceituais. Tese de Doutorado. UFRGS. Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Porto Alegre, p. 416. 2014.

VASQUES, B. R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Concepções e dificuldades dos professores de Física no campo conceitual da modelagem científica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 669-965, 2010.

VERGNAUD, G. The acquisition of arithmetical concepts. **Educational Studies in Mathematics**, v. 10, p. 263-274, 1979.

VERGNAUD, G. Association Cognitive and Developmental Psychology and Research in Mathematics Education: Some Theoretical and Methodological Issues. **For the Learning of Mathematics**, v. 3, p. 31-41, 1982.

VERGNAUD, G. Langage et pensée dans l'apprentissage des mathématiques. **Revue française de pédagogie**, v. 96, p. 79-86, 1991.

VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, J. **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. Cap. 3, p. 155-191.

VERGNAUD, G. b Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. **Perspectivas**, v. XXVI, n. 1, 1996.

VERGNAUD, G. A Comprehensive Theory of Representation for Mathematics Education. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 17, n. 2, p. 167-181, 1998.

VERGNAUD, G. a ¿En qué sentido la Teoría de los Campos Conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 285-302, 2007.

VERGNAUD, G. b Représentation et activité : deux concepts étroitement associés. **Recherches en Education**, v. 4, 2007.

VERGNAUD, G. The Theory of Conceptual Fields. **Human Development**, v. 52, p. 83-94, 2009.

VERGNAUD, G. Forme opératoire et forme prédicative de la connaissance. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 287-304, 2012.

VERGNAUD, G. a Conceptual Development and Learning. **Revista Currículum**, v. 26, p. 39-59, 2013.

VERGNAUD, G. b Pourquoi la théorie des champs conceptuels? **Infancia y Aprendizaje**, v. 36, n. 2, p. 131-161, 2013.

Recebido: 31 jan. 2018

Aprovado: 14 abr. 2019

DOI:10.3895/actio.v4n1.7709

Como citar:

CEDRAN, D. P.; KIOURANIS, N. M. M. Teoria dos Campos Conceituais: visitando seus principais fundamentos e perspectivas para o ensino de ciências. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 63-86, jan./abr. 2019.

Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Débora Piai Cedran

Av. Colombo, 5790, Jd. Universitário - Bloco F67 - Sala 007, Maringá, Paraná, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

