

# Por que sentimos frio? – Investigação de invariantes operatórios nos conceitos de Termodinâmica entre estudantes do primeiro ano universitário<sup>1</sup>

Why do we feel cold? - Investigation of operative invariants on Thermodynamics concepts among first year university students

## Resumo

No nível superior, é importante conhecer as concepções prévias dos estudantes sobre os conteúdos que devem ser trabalhados. Isto possibilita trabalhar uma metodologia de resgate ao invés de uma apresentação expositiva. Além disso, permite uma maior organização dos conteúdos propostos, explorando os conceitos já entendidos e trabalhando na ruptura de modelos errôneos e/ou ultrapassados do ponto de vista das idéias científicas. Neste trabalho, relatamos a investigação destas concepções e a verificação de invariantes operatórios na área de Termodinâmica para um grupo de calouros de um curso de Engenharia. Podemos creditar a conceitos desenvolvidos empiricamente – isto é, pela observação dos fenômenos - muitas das concepções alternativas verificadas.

**Palavras-chave:** campos conceituais, Termodinâmica, invariantes operatórios

## Abstract

At university level, it is important to know the students' preconceptions about the content that should be addressed. This knowledge allows working in a methodology of learning rescue rather than an expository presentation. It also allows for greater organization of the contents proposed, exploring the concepts already understood and working models in breach of erroneous and /or exceeded from the scientific point of view. In this paper, we report the investigation of these concepts and the verification of operative invariants in the area of Thermodynamics for a group of freshmen engineering course. We can credit the concepts developed empirically – that is, by observation of phenomena – many of the misconceptions verified.

**Key words:** conceptual fields, Thermodynamics, operative invariants

## Introdução

O ensino de Ciências geralmente sofre pela falta de interesse dos estudantes com os conteúdos trabalhados, apesar de os mesmos saberem que estes assuntos estão relacionados de alguma forma ao seu cotidiano. Nesse sentido, falta muitas vezes ao professor de Ciências na Educação Básica a contextualização dos conteúdos, que permita aproximar do estudante os conceitos tratados em sala de aula. Diversas propostas visando esta contextualização têm sido apresentadas na literatura, nas mais diferentes áreas de conhecimento.

Por outro lado, como citamos acima, os estudantes sabem que diversos assuntos estão relacionados ao seu cotidiano, porém tem seu interesse despertado, pois julgam poder explicar

---

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS)

os fenômenos com seu conhecimento inato, ou aquele adquirido de forma empírica pela observação destes fenômenos. Neste caso, a conceitualização não está completamente instrumentalizada e a verbalização do modelo assumido como explicador do fenômeno acaba induzindo a erros conceituais ou a concepções alternativas.

Por concepções alternativas, queremos dizer concepções não-científicas que, apesar de não estarem completamente erradas, trazem elementos de teorias já ultrapassadas pela ciência atual. Um exemplo é a idéia, na Física, de que o movimento exige a aplicação de uma força – concepção aristotélica que ainda é muito percebida em estudantes no 9º ano do Ensino Fundamental, pela busca empírica pela explicação do movimento. Outras concepções alternativas, algumas vezes referenciadas como errôneas, trazem a confusão entre os conceitos de calor e temperatura. Algumas associações entre estas idéias remetem a concepções anteriores à Revolução Industrial.

Neste trabalho, buscamos identificar estas concepções alternativas no campo da Termodinâmica entre estudantes do primeiro ano Universitário. A escolha por este grupo foi baseada nas discussões que seguiram a adoção do ENEM como forma de ingresso no Ensino Superior. Cabe aqui ressaltar que a turma selecionada ingressou por um regime misto na universidade: o score era composto por 50% pela nota do ENEM e 50% no exame vestibular da Universidade. Podemos pensar então que o levantamento pode nos sinalizar quais são as concepções que são apreendidas no Ensino Médio regular.

Para identificação destas concepções alternativas, é importante perceber a forma como são verbalizadas as representações mentais dos estudantes para cada questão. Esta verbalização indica os invariantes operatórios, isto é, os conceitos formados a partir do reconhecimento de determinadas situações, de acordo com a teoria dos campos conceituais de Vergnaud. Como forma de introduzir estes elementos usados na análise, apresentamos uma breve revisão sobre a teoria de Vergnaud e a metodologia de identificação dos invariantes operatórios.

## **Campos Conceituais**

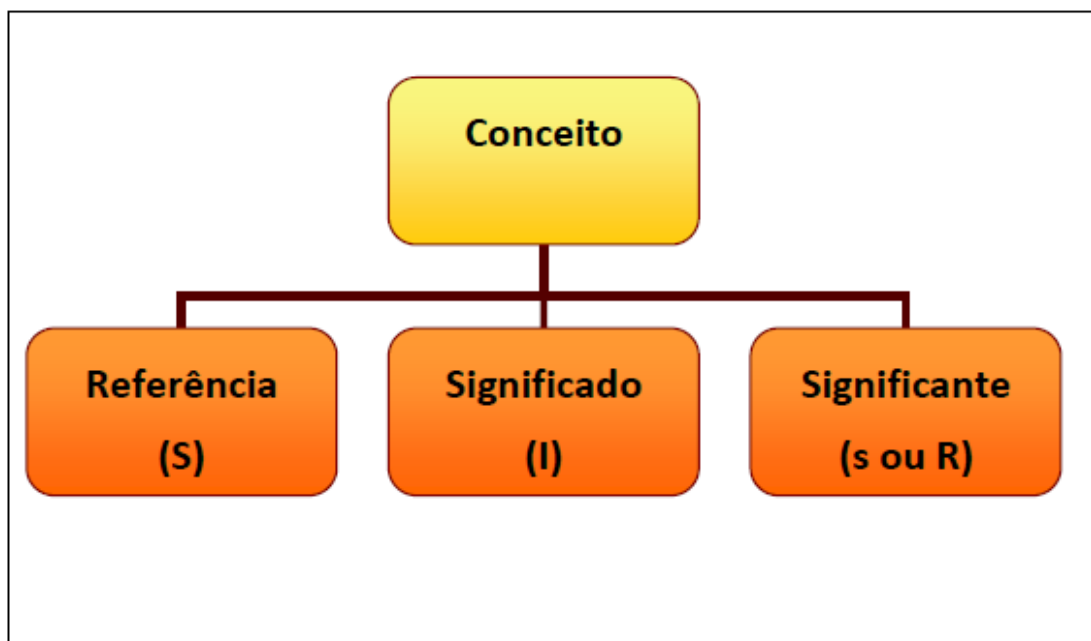
A investigação das respostas dos sujeitos a determinadas situações de ensino é foco tanto da Teoria da Equilibração de Piaget (PIAGET *apud* CARVALHO JÚNIOR, 2010) quanto da teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud. Este segundo autor procura redirecionar o foco piagetiano do sujeito epistêmico para o do sujeito-em-situação. Esse deslocamento de objeto central de análise procura responder à pergunta central de como o sujeito aprende em situação (CARVALHO JÚNIOR, 2010).

Os projetos de investigação de Piaget e Vergnaud são complementares quando pensamos em atividades de intervenção didática em sala de aula. Com a análise do sujeito de situação, proposta por Vergnaud, podemos pesquisar e compreender melhor a evolução temporal dos sujeitos à medida que aprendem, bem como pensar em planejamentos de intervenções didáticas centradas nas características dos conteúdos que serão estudados. Para Vergnaud, o desenvolvimento cognitivo não pode ser explicado por modelos simplistas, seja recorrendo a idéias de reprodução social, seja pela emergência de estruturas inatas do sujeito, ou ainda por meio da metáfora da mente como processamento de informação (VERGNAUD *apud* MAGINA, 2005). Por outro lado, com Piaget possuímos dispositivos de análise dos mecanismos gerais do desenvolvimento do sujeito que podem conduzir às aprendizagens (PIAGET *apud* CARVALHO JÚNIOR, 2010). Essa dimensão funcional da teoria piagetiana é, em essência, preservada na teoria de campos conceituais de Vergnaud.

Para Vergnaud, o conhecimento está organizado em campos conceituais, cujo domínio por parte do aprendiz vai acontecendo ao longo de um extenso período de tempo, por meio da experiência, maturidade e aprendizagem (MOREIRA, 2002). Esses campos conceituais são recortes do mundo físico com um forte componente cultural associado.

Um ganho em se trabalhar com a Teoria dos Campos Conceituais no planejamento e na análise de situações de ensino é que essa é uma teoria que lida com o desenvolvimento cognitivo e com a aprendizagem a partir dos próprios conteúdos do conhecimento e a análise conceitual do seu domínio (MOREIRA, 2002). Para o autor, o objeto de ensino influencia fortemente a forma como o conhecimento é construído por parte do estudante.

Para Vergnaud, um conceito é um “trigêmo de três conjuntos”: **S** (situações – a referência), **I** (os invariantes operatórios – o significado) e **s** (ou **R**, as representações – o significante), conforme mostrado no esquema abaixo (originalmente em SILVA, 2008).



Como destaca Vergnaud, estudar o desenvolvimento e o funcionamento de um conceito, no decurso da aprendizagem ou quando da sua utilização, é necessariamente considerar estes três planos ao mesmo tempo. Não existe, em geral, a dualidade entre significantes e significados, nem entre invariantes e situações. Não se pode, pois, reduzir o significado, nem os significantes, nem às situações. Ao estabelecer uma relação conceito e situação, Vergnaud apóia-se nas idéias de Piaget relacionando **S**, **I** e **s** ou **R** aos elementos básicos da função simbólica, onde **S** refere-se a realidade ou referente e **I** e **R** referindo à representação (MAGINA, 2005). Aqui a representação é vista como a interação entre dos aspectos do pensamento: o significado **I** e o significante **R**.

Vergnaud apresenta três justificativas para que se utilize o conceito de campo conceitual como forma de análise para a questão da obtenção de conhecimento:

*(1) Um conceito não se forma a partir de um só tipo de situação*, o que sugere a necessidade de diversificação das atividades de ensino em um movimento que permita ao sujeito a aplicação de um dado conceito em diversas situações e que faça a integração entre as partes e o todo. A necessidade de diversificação de situações cumpre um papel importante na conceitualização, pois fornece uma base para que os estudantes possam testar seus modelos explicativos em contextos diversos, enriquecendo tais modelos ou reformulando-os.

(2) *Uma situação não se analisa com um só conceito*, o que implica na necessidade de uma visão integradora do conhecimento. Atividades didáticas que permitam uma visão generalizante do conhecimento podem contribuir para uma melhor apropriação do mesmo por parte dos estudantes.

(3) *A construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo longo.*

Na teoria dos campos conceituais, o desenvolvimento cognitivo depende fortemente da situação e da conceitualização específicas. O autor entende que a “situação” é uma tarefa, teórica ou empírica, a ser realizada pelo sujeito. Sendo assim, Vergnaud afirma que o processo de desenvolvimento cognitivo, por ser fortemente dependente das situações a serem enfrentadas pelo sujeito, tem como cerne a construção de conceitos, ou seja, a conceitualização, processo longo, que requer uma diversificação das situações.

Frente a uma determinada situação, o sujeito age segundo as representações que dela faz, sendo o esquema o elo entre as representações e a sua conduta. A noção de esquema é, para Vergnaud, a maior contribuição de Piaget e é entendido como “a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações” (MOREIRA, 2002). Vergnaud afirma que “o conceito de esquema é muito frutífero, não somente para descrever comportamentos familiares, mas também para descrever e compreender os processos de resolução de problemas”. Ainda identifica 4 ingredientes de um esquema, que são:

1) Metas (objetivos) e antecipações, pois um esquema está orientado sempre à resolução de uma determinada classe de situações.

2) Regras de ação, busca por informações e controle, que são os elementos que dirigem a seqüência de ações do sujeito;

3) Invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação) que dirigem o reconhecimento, por parte do indivíduo, dos elementos pertinentes à situação e, portanto, guiam a construção dos modelos mentais;

4) Possibilidades de inferência (ou raciocínios) que permitem determinar as regras e antecipações a partir das informações e dos invariantes operatórios dos quais dispõe o sujeito.

Desses ingredientes, os invariantes operatórios, cujas categorias principais são teoremas-em-ação e conceitos-em-ação, constituem a base conceitual implícita que permite inferir as regras de ação mais pertinentes (VERGNAUD, 1996, apud CARVALHO JÚNIOR, 2010). Assim, é nos esquemas que devemos pesquisar os conhecimentos-em-ação do sujeito (os conceitos-em-ação e as teorias-em-ação), uma vez que é aí que podemos encontrar os elementos que fazem com que a sua ação seja operatória.

Em Piaget, de modo semelhante, a interação sujeito-objeto não é direta, mas mediada por esquemas de assimilação que o sujeito dispõe e lança mão ao interagir com o objeto do conhecimento. O que Vergnaud acrescenta a Piaget é uma maior ênfase ao caráter situado da conceitualização. O objeto do conhecimento será, então, sempre um objeto em situação, não existindo uma ordem total linear para as aquisições dos sujeitos.

O conceito de esquema pode conduzir a análise dos conhecimentos-em-ação do sujeito. Uma das maneiras de se verificar tais conhecimentos é por meio do acompanhamento dos diversos momentos em que os estudantes são chamados a dar respostas a problemas. É possível que se verifique, por meio da análise das estratégias utilizadas na resolução de um problema, os esquemas que um determinado sujeito lança mão, bem como os modelos mentais construídos frente a novas situações. Essa análise permite compor um quadro no qual se observa a evolução temporal dos modelos explicativos dos sujeitos, inferida a partir dos

conceitos-em-ação e dos teoremas-em-ação utilizados ao longo de uma atividade de ensino, de acordo com a teoria dos campos conceituais de Vergnaud.

## Invariantes Operatórios

A noção cognitiva básica para Vergnaud é de esquema, que descreve como a “organização invariante da conduta para uma classe de situações dadas”. Diz que “são nos esquemas onde se devem investigar os conhecimentos em ação do sujeito que são os elementos cognitivos que permitem a uma classe de situações cujas características são bem definidas. Porém um esquema repousa sempre sobre uma conceitualização implícita, sendo os conceitos em ação e os teoremas em ação, constituintes dos esquemas operatórios. Por sua vez, considera que os esquemas são os elementos que servem de base para as competências matemáticas. De maneira mais precisa, Vergnaud assinala que para “considerar corretamente a medida da função adaptativa do conhecimento, se deve conceder um lugar central das formas que toma na ação do sujeito. “O conhecimento racional é operatório ou não é conhecimento”.

Para Vergnaud, é necessário distinguir duas classes de situações: (1) aquelas para as quais o sujeito dispõe em seu repertório [...] de competências necessárias para o tratamento relativamente imediata da situação; (2) aquelas para as quais o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que lhe obriga a um tempo de reflexão e de exploração de todas tentativas abordadas e lhe conduz eventualmente ao êxito ou ao fracasso. Segundo Vergnaud, o conceito de esquema se aplica facilmente à primeira categoria de situações e com maior dificuldade da segunda.

Um esquema é uma totalidade organizada que permite generalizar uma classe de condutas diferentes em funções das características particulares de cada uma das situações da classe na qual uma das situações da classe à qual se dirige.

A noção de esquema incorpora elementos procedimentais (técnicas ou modos de atuar) e tecnológicos-teóricos implícitos (conhecimentos em ação); porém está associada a uma classe de situações, entendidas como tarefas. Em tal sentido, admite uma interpretação coerente no termino dos sistemas de práticas pessoais ligadas a um tipo de problemas.

Há inúmeros exemplos de esquemas na área da matemática. É importante lembrarmos que, cada esquema é relativo a uma classe de situações, cujas características estão bem definidas (VERGNAUD, 1990 *apud* SILVA, 2008).

Sendo assim, o esquema (totalidade dinâmica organizadora da ação do sujeito para uma classe de situações especificada) é, portanto, um conceito fundamental tanto pra psicologia como para didática.

De acordo com este pensamento é fundamental uma explicação mais detalhada dos invariante operatórios. Vergnaud distingue três tipos:

1. Invariantes de tipo proposição – podem ser verdadeiro ou falsos (teorema em ação).
2. Invariantes de tipo função proposicional – constituem-se como base para construção das proposições (conceitos em ação);
3. Invariantes de tipo argumento – podem ser objetos materiais, personagens, números, relações e mesmo proposições.

Recuperando o trabalho de Piaget, Vergnaud considera que o esquema é uma forma invariante de organização da atividade, cuja função primária é gerar a medida que se atua em uma situação. Os avanços na situação são resultados da ação do aluno, do efeito da dinâmica

própria da situação Independente do aluno ou do efeito de ambos. Vergnaud levanta as seguintes propriedades do esquema:

a) Se relacionam com todas as formas da atividade: ações, julgamentos e raciocínios intelectuais. Estas manifestações são distintas, porém raramente independentes, o que dá lugar a um enriquecimento dos esquemas no curso da experiência, por seu descobrimento, combinação, diferenciação e reestruturação.

b) Ter uma função assimilatória que é essencial. Perante situações e objetos novos, os esquemas formados para situações conhecidas são evocados e provados. Os esquemas evocados permitem interatuar com a situação nova e esclarecer sua relevância para aprender algo sobre ela. Pode suceder que ocorra uma assimilação da nova situação, mas também o esquema evocado não se ajusta é necessário um processo de acomodação para separar e recombinar os componentes do esquema existente ou construir novos esquemas.

Em virtude de ambas propriedades o esquema se propõe como a estrutura básica para entender as continuidades e descontinuidades que ocorrem no processo de construção e adaptação do conhecimento. Ao compreender um problema, o aluno organiza sua atividade conforme a determinado esquema, mas no curso da atividade, este pode ser substituído, reconformado ou criado em função de sua relação com os esquemas que deram lugar ao entendimento original do problema.

## **Análise dos Resultados**

A partir da teoria dos campos conceituais de Vergnaud exposta anteriormente, neste trabalho realizou-se uma investigação acerca das concepções alternativas de alunos do curso universitário de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, relacionada ao assunto de Termodinâmica. Os estudantes do 1º ano do referido curso, não haviam estudado este conteúdo na universidade, mas já tinham algum conhecimento pré-existente devido ao Ensino Médio. Nesse sentido, a fim de perceber se as concepções alternativas dos alunos permanecem as mesmas ou já estão próximas ao conhecimento científico realizou-se uma análise através dos invariantes operatórios destes estudantes.

Para realizar esta análise foi entregue um questionário contendo 10 perguntas relacionadas ao cotidiano dos estudantes:

1. Por que sentimos frio?
2. O que é calor?
3. Como funciona o ferro elétrico? E o refrigerador? E no microondas, como os alimentos são aquecidos?
4. Como os meteorologistas fazem a previsão do tempo?
5. Por que os moradores de rua utilizam o jornal ou papelão para se cobrir nos dias de inverno?
6. Por que ao deixarmos a garrafa cheia de água no congelador, quando retiramos a garrafa está quebrada?
7. O que é o efeito estufa? E por que tem esse nome?
8. Como a garrafa térmica mantém a temperatura do líquido que está dentro dela?
9. Por que mantemos as tampas das panelas fechadas ao cozinhar os alimentos?
10. Por que é mais agradável utilizarmos roupas claras no verão?

Para o presente trabalho, analisamos somente três dessas questões, as quais pensamos ter maior relevância para expor de acordo com a teoria de Vergnaud. Segundo Moreira (2002) as concepções prévias dos alunos podem conter teoremas e conceitos-em-ação, que não são verdadeiros conceitos científicos mas que podem evoluir para eles. Pode ocorrer que certos conceitos possam ser construídos somente se certas concepções prévias forem abandonadas. Quer dizer, o conhecimento prévio pode funcionar como obstáculo epistemológico, atrapalhando o entendimento do conhecimento científico. Nesse caso, a ação mediadora do professor é imprescindível para a modificação ou reestruturação do conceito envolvido.

Neste trabalho, percebemos ao realizar a análise que dos 33 alunos que responderam o questionário, alguns já possuem certa noção do conhecimento científico envolvido nas respostas, mas o que falta em muitos é a formalização na verbalização destas.

Na primeira questão isso se mostra muito claro, cinco alunos responderam com formalismo científico a questão *“Por que sentimos frio?”*, porém 23 mostraram em suas respostas que entendem o porquê, porém no momento de se expressarem acabam refletindo alguns erros conceituais.

*“Porque o calor do corpo é maior do que o calor do ambiente, logo na troca de calor o ambiente rouba calor do nosso corpo.”*

*“Nosso corpo tende a ficar em equilíbrio com a temperatura ambiente. Em um dia de, por exemplo, 10°C nosso corpo libera calor para tentar aquecer o ambiente e assim sentimos frio.”*

*“Porque é como se nosso corpo estivesse num sistema com o ambiente, este sistema tende a entrar em equilíbrio térmico onde o mais frio (ambiente) retira calor do mais quente (corpo).”*

As respostas dos estudantes mostram que eles entendem o que está ocorrendo, porém ao escreverem mostram que sua percepção sobre **calor** é de que todo e qualquer corpo contém calor, e não que este é energia em movimento e que só ocorre quando temos dois corpos em temperaturas diferentes.

No entanto, ao analisar a segunda questão *“O que é calor?”*, percebemos que a maioria dos alunos entende que calor é uma forma de energia em trânsito, ao contrário da primeira questão, porém não expressam que depende de dois corpos e em temperaturas diferentes.

*“É energia térmica em movimento.”*

*“Energia em trânsito.”*

Dessa forma, notamos que ao responder a segunda questão os alunos desmistificam o que foi colocado na primeira, de certa maneira eles compreendem os questionamentos, respondem em relação ao conhecimento científico, mas não sabem se expressar.

Na última questão analisada *“Por que os moradores de rua utilizam o jornal ou papelão para se cobrir nos dias de inverno?”*, percebemos que os estudantes sabem que a resposta consiste em um dos tipos de transmissão de calor – condução – e sobre os isolantes térmicos, porém quando se expressam colocam que o jornal e o papelão que fazem o papel de isolamento.

*“Para obter isolante térmico.”*

*“O uso do jornal ou papelão se justifica pelo fato de serem isolantes térmicos evitando trocas de calor com o meio.”*

*“O jornal e papelão tendem a perder menos calor para o meio que o corpo, são isolantes térmicos.”*

De certa forma, a fragmentação que ocorreu nas respostas desse questionário em relação ao conhecimento científico, nesse caso a respeito dos conteúdos de Termodinâmica, pode vir do ensino tradicional, da maneira como os conteúdos são lecionados na sala de aula. Esses são colocados aos pedaços aos estudantes, como se não houvesse ligação entre os mesmos, e isso ocorre de forma recorrente na mesma disciplina ou em disciplinas diferentes.

Nesse sentido, buscam-se propostas que visam um ensino contextualizado, onde o estudante enxergue aplicações na sua vida, dos conceitos que estão aprendendo. Atualmente os livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) estão se enquadrando dentro destas propostas, e assim como estes, outras são sugeridas por pesquisadores da área do ensino de Física. Araújo et al (2010) propõem a abordagem do tema estruturador “Calor, Ambiente, Formas e Usos de Energia” do PCN+ (2002) através da metodologia de Unidades Didáticas, onde a contextualização e o entendimento do conhecimento prévio do estudante são imprescindíveis. Os autores colocam:

Na abordagem das Unidades Didáticas se têm uma relação entre professor-aluno, uma troca de saberes entre estes, entre o conhecimento escolar e os saberes construídos pelos estudantes em vivências. Assim, o aluno não seria somente visto como o “coadjuvante”, mas também como o autor na construção do seu conhecimento. Para isso, professor e alunos estão a todo o momento aprendendo e ensinando, e estes tornam-se parceiros de trabalho na pesquisa e na organização de materiais que permitam a construção e reconstrução do seu conhecimento.

Podemos notar que muitas das respostas ao questionário não apresentam uma única visão do fenômeno por parte dos estudantes. Como pudemos ver, esta fragmentação na verbalização dos conceitos em ação pode ser vista de duas formas: a primeira, referente ao ensino básico de conhecimentos fragmentados, onde o estudante não consegue perceber os fenômenos de forma única, buscando explicações conforme aparece os questionamentos; a segunda, referente à dimensão empírica do conhecimento, isto é, o estudante explica com base em sua vivência, o que leva a conclusões do tipo “senso comum”, nem sempre de acordo com a visão científica dos fenômenos.

As duas formas nos permitem afirmar que as concepções alternativas podem não ser totalmente errôneas, mas apresentam fatores que as invalidam sob a ótica dos conceitos científicos. O levantamento, neste sentido, permitiu verificar a recorrência de algumas concepções que puderam ser melhor trabalhadas com o decorrer das aulas.

## **Conclusão**

Neste trabalho, buscamos levantar alguns invariantes operatórios, sob a luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud, na área de Termodinâmica e verificar assim as concepções alternativas dos estudantes neste campo. Este levantamento permitiu também nos mostrar aqueles erros conceituais mais recorrentes, e também aqueles cuja concepção está tão fortemente arraigada junto aos estudantes que não pode ser facilmente modificada. Pudemos observar que este tipo de concepção está fortemente ligada à dimensão empírica do conhecimento dos fenômenos, cuja conceitualização e teorização acabam sendo relegadas ao segundo plano.

Trabalhos de investigação nesta linha devem ser fortemente recomendados nos cursos universitários, sobretudo para disciplinas de anos iniciais, uma vez que tais concepções detectadas permitem o desenvolvimento mais amplo do conteúdo a ser trabalhado. Outras

áreas dentro das Ciências podem e tem a sugestão positiva de realizar trabalhos semelhantes, principalmente em áreas básicas da Física, Matemática, Química e Biologia.

## Referências

Araújo, R. R. *et al.* **Termodinâmica através de temas estruturadores: um processo de construção do conhecimento físico.** Anais do I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, Paraná. 2010. Disponível em: [http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais2010/artigos/Ens\\_Fis/art89.pdf](http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais2010/artigos/Ens_Fis/art89.pdf). Acesso em 21 de novembro de 2010.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Física.** Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

Carvalho Júnior, G. D., **Uma abordagem piagetiana para o planejamento do ensino de Física em cursos técnicos.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v. 91, n. 227, p. 105-121 (2010).

Magina, S., **A Teoria dos Campos Conceituais: contribuições da Psicologia para a prática docente.** Anais do XVII Encontro Regional de Professores de Matemática. Campinas, São Paulo. 2005. Disponível em: [http://www.ime.unicamp.br/erpm2005/anais/conf/conf\\_01.pdf](http://www.ime.unicamp.br/erpm2005/anais/conf/conf_01.pdf). Acesso em 06 de junho de 2011.

Moreira, M. A., **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a pesquisa nesta área.** Investigações em Ensino de Ciências, v7(1), PP. 7-29 (2002)

Silva, M. C., **Bases fundamentais da Teoria dos campos Conceituais.** PsicoGlobal, Portugal, v. 212, p. 1-12 (2008). Disponível em: [http://www.luismagalhaes.com.br/index\\_artigos/A0425.pdf](http://www.luismagalhaes.com.br/index_artigos/A0425.pdf). Acesso em 20 de junho de 2011.