

SITUAÇÕES DIDÁTICAS DIFERENCIADAS E SEU PAPEL NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA.

DIFFERENTIATED DIDACTICAL SITUATION AND YOUR ROLE IN INITIAL FORMATION OF PHISICS TEACHER

Sônia Maria S. C. de Souza Cruz¹
Mikael Frank Rezende Junior², Frederico Firmo de Souza Cruz³

¹UFSC/Departamento de Física e PPGECT, sonia@fsc.ufsc.br

²UFSC/PPGECT, mikael@fsc.ufsc.br Apoio CAPES

³UFSC/Departamento de Física e PPGECT, fred@fsc.ufsc.br

Resumo

Neste trabalho argüimos que as disciplinas de Instrumentação para o ensino de Física podem constituir situações didáticas diferenciadas que possibilitam o desenvolvimento e a análise do processo de conceitualização dos estudantes. A análise e a proposição deste trabalho se baseiam na teoria dos campos conceituais de Vergnaud.

Palavras-chave: Formação de Professores de Física, Instrumentação para o Ensino de Física, Teoria dos Campos Conceituais.

Abstract

In this work we argue that within certain disciplines of the physics teachers course at University level, “Instrumentação para o Ensino de Física”, it is possible to create a differentiated situation which are rich enough and with many challenges so that we can exploit the conceptualizing process of students. The analysis and proposition is based on the Vergnaud’s theory of conceptual field.

Keywords:. Physics teacher, “Instrumentação para o Ensino de Física” discipline, Conceptual Field Theory.

INTRODUÇÃO

Em trabalho anterior iniciamos uma reflexão sobre situações didáticas e seu papel na aprendizagem de física. Tendo como base a teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990), analisamos a metodologia usual no ensino de física onde temos o binômio teoria-resolução de problemas como instrumentos básicos para o desenvolvimento da aprendizagem. O que podemos depreender é que esta metodologia com uma larga tradição na formação de professores de física e bacharéis em física nem sempre se configura como uma situação ideal para o processo. Neste trabalho relatamos uma pesquisa ainda em andamento onde investigamos o papel de situações didáticas diferenciadas para o processo de conceitualização. No caso específico estamos considerando as disciplinas de Instrumentação para o Ensino de Física (INSPE) como são ministradas no curso de licenciatura em Física da UFSC¹.

O conjunto dessas disciplinas² tem por objetivo fazer o vínculo entre as específicas e as pedagógicas. Isto é, visam sensibilizar e preparar os alunos para tratar as questões práticas envolvidas com o ensino de conteúdos específicos. Pela suas especificidades essas disciplinas fazem parte do elenco das disciplinas profissionalizantes, e são cursadas após o ciclo básico nesta instituição. Sendo assim, uma das expectativas para esta disciplina é que os alunos tenham uma base conceitual estabelecida para enfrentar atividades como o desenvolvimento, aplicação e avaliação de módulos de ensino voltados para o Ensino Médio. Para ser possível cumprir os objetivos propostos para esta etapa da formação dos licenciados, tem-se optado pelo desenvolvimento, aplicação e avaliação de projetos temáticos.

Nesse entendimento, os conteúdos dos programas das disciplinas básicas deveriam, a princípio, instrumentalizar os alunos a lidarem com os diferentes fenômenos presentes nos temas propostos. Tal característica permite investigar como os alunos utilizam conceitos anteriormente adquiridos dentro de um contexto diferente, contexto este, gerado pela elaboração de um projeto temático. Como parte do processo é possível perceber que esta atividade representa para os alunos um desafio de grandes proporções. Os mesmos apresentam resistências e dificuldades no desenvolvimento das atividades, além de deixarem transparecer diversas falhas conceituais. E é no processo de enfrentamento destes desafios e na superação das falhas que estas disciplinas criam uma situação extremamente rica para analisarmos o processo de reelaboração e resignificação conceitual, isto é, uma situação didática diferenciada que possibilita a análise do processo de aprendizagem.

Frente ao exposto, este trabalho pretende avaliar se o desenvolvimento de projetos temáticos poderiam se constituir efetivamente em uma situação de aprendizagem diferenciada³, isto é, uma situação que propicia a interação dinâmica do terno {S,I,R} da teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE GERARD VERGNAUD

A teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud é uma teoria cognitivista voltada para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem de competências complexas (Vergnaud, 1990). Envolve a conceitualização do real, abordando a estruturação, bem como as rupturas, presentes no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, através da sua dimensão conceitual.

¹ A ementa e programa da referida disciplina pode ser obtida em

<http://www.fsc.ufsc.br/ensino/cursodegraduacaoemfisica/cursodelicenciaturaemfisica/gradecurricularcomementas/gradecurricularcomementas.html>, Acessado em 24/08/05

² No curso de licenciatura em Física da UFSC, 216 h/a são divididas igualmente em 3 disciplinas durante o 5º, 6º e 7º período, INSPE A, B e C respectivamente.

³ Vide detalhes em trabalho nesta mesma conferência, Souza Cruz et al

Para Vergnaud (1990), o conhecimento está organizado em Campos Conceituais, o qual é apropriado pelo sujeito ao longo do tempo através de processos que envolvem as experiências. Nesse sentido, acentua que o domínio de um campo conceitual está intimamente ligado à diversidade de problemas e propriedades e, ao tempo dedicado ao tratamento dos mesmos. Este é um processo gradual que requer o enfrentamento das dificuldades conceituais.

Um dos principais elementos na teoria de Campos Conceituais⁴ de Vergnaud é a definição de conceito. Segundo ele, um conceito é um terno de três conjuntos: $C = \{S, I, R\}$, onde;

“[S] é o conjunto de situações que dão sentido ao conceito.

[I] é o conjunto dos invariantes sobre as quais repousa a operacionalidade dos esquemas (o significado).

[R] é o conjunto das formas lingüísticas e não lingüísticas que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (o significante).” Vergnaud, 1990, p.145)

Mesmo considerando as amplas possibilidades advindas das reflexões sobre os Campos Conceituais, iremos promover algumas adaptações aos conceitos acima, na tripla $\{S, I, R\}$, pois temos de considerar o contexto de nosso trabalho. Isto é, não estamos interessados em analisar as filiações e rupturas em crianças e adolescentes, como estava Vergnaud. Nosso interesse está no processo de conceitualização progressiva no ensino de física onde, a nosso ver, a filiação e ruptura com outros conhecimentos têm natureza diferente. Sendo assim, consideraremos:

[S]: conjunto de situações (problemas, questões, fenômenos que necessitam explicação e cujo enfrentamento exige a utilização ou criação de um ou mais conceitos, trazendo a tona o seu significado e ou aplicabilidade);

[I]: o invariante, o esquema de articulação dos conceitos, (trama conceitual) fornece a ligação e visualização da dinamicidade entre os conceitos. Seu domínio possibilita a utilização dos mesmos no enfrentamento de situações diversas, isto é, na estruturação de esquemas. Também podem ser obstáculos quando confrontado com $\{S\}$. Estes invariantes fazem parte do conhecimento prévio ou conhecimento estabelecido;

[R]: formalização ou representação simbólica. Conjunto das formas. É importante notar que na física a linguagem matemática ou gráfica, faz parte constitutiva da organização conceitual, sendo difícil desvinculá-la da noção de invariante.

Pode-se enfatizar, utilizando a terminologia de Vergnaud, que no ensino de física, do Ensino Médio ao superior, o peso maior está na dupla $\{I, R\}$ sendo que de $\{S\}$ temos apenas um recorte muito pequeno, que pode ser definido com um $\{S - \text{didático}\}$, que na maior parte das vezes se limita a exemplos e problemas que testam a aplicabilidade de uma teoria que se supõe estudada e compreendida. Entendemos que a resolução de problemas, enquanto situação de ensino não configura uma situação extremamente restrita para o desenvolvimento da aprendizagem.

Na teoria de Vergnaud as situações $\{S\}$ participam ativamente do processo de aprendizagem, isto é, da conceitualização progressiva, o que significa uma inseparabilidade da tripla $\{S, I, R\}$. Neste sentido as situações não são apenas problemas a serem resolvidos por um esquema predeterminado, mas parte integrante do processo de construção dos esquemas. Isto é, o processo de apreensão dos conceitos conjuntamente a resolução de problemas vem a posteriori, pressupondo que o aluno tenha domínio de um certo esquema formal conceitual $\{I, R\}$. É inegável que a resolução de problemas tem um papel importante na assimilação e sedimentação

4 Apesar de extremamente rico, não caberá neste trabalho uma descrição detalhada da Teoria dos Campos Conceituais, que pode ser encontrados em trabalhos como Souza e Fávero, 2001; Moreira, 2002; Greca e Moreira, 2002; Souza, 2001; Costa e Moreira, 2003; além das referências básicas de Vergnaud presentes na Bibliografia deste.

dos conceitos e do formalismo em $\{I,R\}$, entretanto é interessante observar que não parece que $\{S\}$ possa ser identificado como resolução de problemas. Talvez a resolução de problemas esteja contida em $\{S\}$, mas $\{S\}$ não se resume à resolução de problemas, pois não tem o papel dinâmico e criativo intrínseco que as situações $\{S\}$ desempenham na conceitualização progressiva.

Em contraponto à resolução de problemas, seria interessante buscar situações didáticas diferenciadas que permitam explorar de forma mais significativa as relações entre os elementos da tripla $\{S,I,R\}$.

VERGNAUD (1990) caracteriza o conceito de situação como sendo de uma tarefa, bastante diferente da caracterização de situação didática (BROUSSEAU, 1986). O autor afirma que *“toda situação complexa pode ser analisada como uma combinação de tarefas, para as quais é importante conhecer suas naturezas e dificuldades próprias”*. As ações e respostas dos sujeitos são decorrentes das situações com as quais é confrontado, isto é, o conhecimento é modelado pelas situações capazes de dar sentido aos conceitos e procedimentos.

As situações podem ser diferenciadas através de duas classes: a) classes de situações para as quais o sujeito já possui em seu repertório; b) classes de situações para as quais o sujeito não possui todas as competências necessárias (VERGNAUD, 1990), sendo que são as situações que dão sentido aos conceitos, e estes se tornam significativos por meio da diversidade das mesmas.

A nosso ver, no ensino de Física o tratamento de questões ou temas mais amplos envolvendo Campos Conceituais, que obriguem os estudantes a enfrentar a fenomenologia⁵ envolvida e elaborá-la através da modelização pode constituir situações didáticas adequadas para uma conceitualização progressiva. Neste sentido resolvemos investigar o papel de um conjunto de disciplinas diferenciadas, Instrumentação para o Ensino de Física (INSPE), no curso de Licenciatura em Física da UFSC.

A discussão destas questões, mesmo que ainda de forma preliminar, pode nos dar indicativos para avaliar a evolução conceitual dos alunos da Licenciatura ao elaborar projetos temáticos nas disciplinas de INSPE. Para um melhor entendimento vamos caracterizar as disciplinas de Instrumentação para o Ensino de Física.

INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA – UM EXEMPLO, UMA POSSIBILIDADE.

A primeira das disciplinas que compõe o conjunto de Instrumentações⁶ (INSPE A) é cursada no quinto semestre e tem por objetivo: analisar os grandes projetos de Ensino de Física do ponto de vista de suas concepções, objetivos e metodologias. Conjuntamente são trabalhados conceitos como, interdisciplinaridade, modelização, contextualização e Transposição Didática, sempre utilizando os projetos estudados como exemplos ou contra exemplos. Na segunda (INSPE B), a disciplina é iniciada discutindo o papel do laboratório no ensino de ciências, destacando os projetos já estudados em INSPE A. Na seqüência são promovidas discussões sobre Alfabetização Científica nos contextos Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) e Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), destacando suas concepções e metodologias.

⁵ O sentido adotado aqui para a palavra fenomenologia não se enquadra nos preceitos adotados pela corrente filosófica denominada Fenomenológica, que tem como precursores Franz Brentano e Edmund Husserl, seguidos por Maurice Merleau-Ponty e Martin Heidegger, dentre outros. Neste trabalho, fazer fenomenologia é entendido como o enfrentamento do problema através de aproximações, abstrações, usando e trazendo conceitos à tona, descrevendo o fenômeno, entendendo a dinâmica ou validando outras tantas perguntas científicas seminais cujo papel histórico permite aprender o processo de construção dos modelos e teorias.

⁶ As ementas das disciplinas do curso de licenciatura em física da UFSC pode ser obtida no endereço: <http://www.fsc.ufsc.br/ensino/cursodegraduacaoemfisica/cursodelicenciaturaemfisica/gradecurricularcomementas/gradecurricularcomementas.html>

A primeira metade do curso se encerra com a discussão sobre as concepções dos projetos temáticos, disciplinares ou interdisciplinares e desenvolvimento de um exemplar pelo professor. Já durante esta primeira parte do curso são sorteados temas sobre os quais, deverá ser feito um projeto de aplicação para alunos do ensino médio e ou fundamental. Os alunos devem na primeira parte do curso, paralelamente às discussões dos tópicos acima, preparar os primeiros passos para elaboração do projeto. Isto é, devem fazer uma revisão bibliográfica sobre o tema analisando os conceitos e a Trama Conceitual, estabelecendo objetivos mais precisos para o projeto, estabelecendo recortes e escolhas, com justificativas e critérios bem substanciados.

É preciso aqui esclarecer o sentido atribuído ao termo Trama Conceitual (TC). Segundo Astolfi *et alii* (1997), as TC constituem um meio para organizar de maneira coerente as reformulações conceituais de diferentes níveis de ensino sobre a base de uma análise racional prévia. Especificamente para nossa reflexão, as TC terão um importante papel. A Transposição Didática⁷ tradicional organiza os conceitos de uma forma quase axiomática, definindo os conceitos básicos na forma de princípios, e quase que dedutivamente, parte para as conseqüências e aplicações. Do ponto de vista dos conceitos, estes surgem numa forma hierárquica, partindo dos mais fundamentais para os derivados. No entanto, vamos chamar atenção para uma outra acepção do termo Trama. O ato pedagógico ou de Transposição Didática é sempre um procedimento ardiloso de transformar um dado objeto (o saber sábio) para determinados fins. Nesse sentido o termo Trama pode ser bem aplicado se entendido como “o complô”, “o plano”, “o enredo”.

A seguir temos uma lista de alguns dos temas tratados recentemente: O Apagão na Ilha de Santa Catarina, O Furacão Catarina, O forno de microondas; Atmosfera - Cobertor Terrestre; A física do salto de Daiane dos Santos; O som: aparelhos de som, música, ruídos e os nossos ouvidos; Lâmpadas incandescentes, fluorescentes e LEDS; Ondas marítimas; Ondas sísmicas; O reator nuclear natural de OKLO; Raio-X; A camada de Ozônio, etc.... Sobre temas como estes, os licenciandos devem desenvolver um módulo de ensino com oito aulas, destinado a alunos do Ensino Médio ou Fundamental. Devem ainda escolher o nível e série a que se destina seus projetos, apresentar uma trama conceitual, escolher os conceitos que serão formalizados, definir a metodologia, modelização, contextualização e um guia de experimentos ou simulações, quando houverem. Durante o desenvolvimento dos projetos os mesmos são compartilhados através de seminários entre os diferentes grupos. O trabalho final deve conter material didático, plano de aulas e o material do professor.

Para a terceira disciplina (INPE C), são escolhidos três projetos desenvolvidos em INSPE B que serão reelaborados e aplicados como mini-cursos para alunos do Ensino Médio ou Fundamental. Os projetos a serem aplicados, são escolhidos dentre os que têm temas mais chamativos, e que estão menos elaborados. Esta escolha é assim feita para estabelecer um desafio maior no processo de reelaboração. No final do curso os alunos devem entregar o relatório do projeto final, juntamente com o material didático desenvolvido e a avaliação da

⁷ O termo Transposição Didática foi introduzido em 1975 pelo sociólogo Michel Verret (Astolfi, 1997) e, em 1985, rediscutido por Yves Chevallard em seu livro *La transposition didactique – du savoir savant au savoir enseigné* (1991), onde o autor organiza e estrutura o conceito de TD. Diversas pesquisas têm se dedicado em avançar na compreensão dos processos de TD (Pinho Alves, 2000; Pinho Alves *et al* (2001), entretanto, nessa análise, a TD é considerada como todo ato de transformação de um conhecimento, desde o seu âmbito científico até sua forma definitiva que realmente é ensinada na sala de aula. Isto indica que este termo não tem uma dimensão conceitual ou instrumental por si só. A TD é um fato, que merece uma profunda reflexão. O grande mérito de seus propositores e outros foi o de desenvolver uma reflexão, sistematizando os passos e buscando encontrar algum rigor, de tal forma que, se tornasse um instrumento de análise e que instrumentalizasse os processos tradicionais de TD. Não existe aqui, a intenção de se limitar ao sentido de TD cunhado nos moldes de Chevallard (1991), podendo ser adotado num sentido mais amplo.

aplicação. No que concerne a este trabalho focalizamos principalmente as atividades de elaboração do projeto.

A abordagem baseada no desenvolvimento de projetos temáticos mostra-se claramente como uma situação didática diferenciada dentro do contexto escolar. Percebe-se que a abordagem coloca os alunos diante de uma situação desafiadora, que envolve não apenas os conteúdos formais, usualmente presentes nos outros cursos, mas também exige deles atitudes e ações que normalmente não são enfrentadas no ensino tradicional. Por tratar temas realísticos, a abordagem exige que aluno utilize os seus conhecimentos ou busque novos conhecimentos e que os utilize em uma situação diferente do binômio teoria-exercício. O tratamento dos temas exige ainda dos licenciandos uma elaboração mais profunda dos conceitos anteriormente adquiridos e o questionamento sobre sua capacidade de articulá-los e utilizá-los para analisar os fenômenos presentes nos mesmos.

É importante frisar que os fenômenos tratados dentro dos temas não aparecem já formalizados como é usual nos livros textos. Por se tratarem de temas gerais, é necessário que os estudantes façam recortes, escolham dentro da gama de fenômenos aqueles que sejam mais relevantes. E ao se debruçar sobre os fenômenos escolhidos, eles são obrigados a buscar os conceitos e variáveis relevantes associando-os ao conhecimento físico. Para tanto é necessário que os fenômenos sejam modelizados e ao final sejam novamente formalizados. Esta elaboração é ainda motivada e guiada pelos objetivos de retransmitir os conceitos para alunos do Ensino Médio, o que implica num trabalho necessário de Transposição Didática. Esta Transposição implica também numa reflexão por parte do aluno sobre o processo de elaboração.

Como exemplo dos desafios e do processo será detalhado os passos seguidos no enfrentamento de um tema como o forno de microondas. Tratar esse assunto no Ensino Médio, é por si só um desafio, visto que o mesmo encerra um tópico amplo que é a interação da radiação com a matéria que usualmente não é tratado.

O TRATAMENTO FORNO DE MICROODAS COMO EXEMPLIFICAÇÃO DO PROCESSO

A opção pela exemplificação do processo relatado acima através do Forno de microondas atende a prerrogativas. Este tema pode, por exemplo, concretizar-se como elemento introdutório para elementos de Física Moderna para a escola média. Não obstante, o referido tema tem-se mostrado desafiador para Licenciandos face a riqueza fenômenos passíveis de análise conjuntamente com a possibilidade de realizações de experimentos .

No evento que iremos relatar, os alunos a princípio focalizaram as diferenças entre o cozimento gerado por forno microondas e os fornos usuais. Após um leve percurso discutindo a condução e distribuição de calor durante o processo de cozimento, os alunos julgaram que a física e química das transformações geradas num cozimento levaria a um afastamento do tema. Concentraram-se assim no papel da água como centro de absorção da energia das microondas. A partir daí perceberam que para tratar a absorção de energia era necessário antes ganhar compreensão sobre a radiação de microondas. Focalizaram então dois aspectos, a produção e o papel do forno como uma cavidade eletromagnética ressonante. Nos dois casos, os alunos sentiram a necessidade de rever os conceitos mais básicos de ondas eletromagnéticas e no caso do gerador de microondas, a física do magnetron, os levou a um longo processo de modelização até que finalmente puderam concebê-lo como um circuito RLC. Isto nas palavras de Hestenes (1987) pode ser considerado como a realização de um modelo concreto, visto que é um modelo conceitual imerso num contexto concreto.

Em um momento posterior os licenciandos se dedicaram a compreender o processo de absorção pela água, e para tanto, debateram vários modelos. Passando por modelos mais microscópicos, consideraram os espectros rotacionais e vibracionais da água, mas ao final optaram pelo tratamento macroscópico considerando o efeito da radiação como resultado da

interação de um campo oscilante com um meio dielétrico. A polarização das moléculas de água foi discutida e os alunos adotaram como modelo de absorção a oscilação das moléculas, devido a sua polarização. Sendo que a incoerência de parte das oscilações seria a causa do atrito e da geração de calor. Ao longo deste processo acompanhado por dois semestres nota-se que houve reelaboração e resignificação de conceitos através de uma análise fenomenológica e de modelização.

Importante salientar que esta é uma experiência primeira e única dentro do programa curricular, e, portanto, tem limitações. Observou-se que na feitura do módulo didático os alunos optaram muitas vezes por um retorno ao paradigma didático. Isto é, quando da aplicação muitos buscaram enfatizar os aspectos formais em detrimento da discussão fenomenológica e conceitual. Por exemplo, em uma primeira apresentação interna, a discussão sobre a natureza e características da onda eletromagnética se transformou na tradicional aula de comprimento de onda frequência e velocidade, utilizando ondas mecânicas, aplicação de fórmulas e exercícios. Ao final, as ondas eletromagnéticas foram caracterizadas apenas porque, diferentemente das mecânicas, não precisam de um meio. Nenhuma discussão mais profunda sobre a relação entre campos elétricos e magnéticos foi feita.

Esta tendência de retorno ao paradigma didático tradicional, mostra parte da resistência e da tentativa de incorporar esta atividade dentro de esquemas já bem conhecidos. Este tipo de postura pode ser notado não apenas no tratamento do tema microondas, mas também em outros projetos temáticos. Após a crítica a esta postura, feita inclusive por colegas e pela pressão gerada pelos objetivos de ministrar um mini-curso para alunos do Ensino Médio, os licenciandos reestruturaram suas aplicações, com maior ou menor sucesso dependendo do caso.

Outro ponto importante na análise de conceitualização progressiva é o papel do conhecimento prévio dos alunos. Resultados preliminares da análise demonstram que o enfrentamento do projeto e os avanços conceituais dependem do grau de domínio e de reflexão sobre os conceitos envolvidos. Importante salientar que não se trata apenas de pré-requisitos, pois a priori os alunos cumpriram as mesmas disciplinas. Neste sentido os projetos que envolvem temas de Física Moderna e Contemporânea se constituem em um campo privilegiado de análise, visto que vogam sobre conteúdos, fenômenos e conceitos sobre os quais os alunos têm uma menor vivência e maturidade. Na grade curricular da Instituição considerada, a grande maioria os alunos fazem o curso referente a estes conteúdos praticamente de forma simultânea a confecção e aplicação dos projetos de INSPE.

SUMÁRIO E PERSPECTIVAS DE CONTINUAÇÃO

Em resumo, esperamos ter caracterizado a disciplina de INSPE como uma situação escolar diferenciada, propícia para a análise da conceitualização progressiva dentro do referencial definido pelos trabalhos de Vergnaud. No momento nossos esforços se encaminham por duas frentes. De um lado, estamos analisando em mais detalhes a nossa experiência para propor uma metodologia de trabalho no interior da disciplina para que se possa explorar de forma mais profunda a dinâmica da tripla de Vergnaud {S,I,R} e para que ela se caracterize mas fortemente com uma situação didática que favoreça o desenvolvimento da conceitualização. Neste sentido o papel da escolha de temas, abordagem fenomenológica, a modelização e o grau de formalização são pontos que estão sendo objeto de nossa reflexão. Do outro lado estamos desenvolvendo um instrumento de análise qualitativa, através de questionários e entrevistas com os alunos, visando acompanhá-los ao longo e ao final do processo para acessar progressos na conceitualização.

BIBLIOGRAFIA

ASTOLFI, J. P *et al.* **Mots-clés de la didactique des sciences**. Bruxele/Bélgica: Pratiques Pédagogies de Boeck & Larcier S.A, 1997, 193p.

BROUSSEAU, G. Fondements et Méthodes de la Didactique des Mathématiques. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. V.7, n.2,1986.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Traducción: Claudia Gilman. Argentina: AIQUE, 1991, 196p.

COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M. A. Identificação dos conhecimentos-em-ação na aprendizagem em Física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências 4, 2004, Bauru. **Atas IV ENPEC**. ABRAPEC, 2003.

GRECA, I. M. e MOREIRA, M. A. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes. Uma proposta representacional integradora, **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n.1, Porto Alegre, março 2002.

HESTENES, D. Toward a Modeling Theory of Physics Instruction, **Am. J. Phys.** 55, 440-454, 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**. <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>>. Vol. 7, n. 1, 2002.

PINHO ALVES, J. **Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista**. 2000. 370f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PINHO ALVES, J.; PIETROCOLA, M. e PINHEIRO, T.F. A Eletrostática como exemplo de Transposição Didática. In: **Ensino de Física – Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**, Pietrocola, M (org). Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, 236p.

SOUSA, C. M. S. G e FÁVERO, M. H; Análise de uma Situação de Resolução de Problemas de Física, em Situação de Interlocução entre um Especialista e um Novato, à Luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud; **Investigação em Ensino de Ciências**, v.6, n.2, 2001.

SOUZA, C. M. S. G.; **A resolução de problemas e o Ensino de Física: Uma análise psicológica**. Tese de Doutorado. Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, 2001.

VERGNAUD, G. **A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems**. In Carpenter, T., Moser, J. & Romberg, T. (1982). Addition and subtraction. A cognitive perspective. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1982.

VERGNAUD, G. **Multiplicative structures**. In Hilbert, J. and Behr, M. (Eds). Research Agenda in Mathematics Education. Number, Concepts and Operations in the Middle Grades. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erbaum, 1988.

VERGNAUD, G. La Théorie des Champs Conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. V.10, n.23, 1990. (ver também trad. Espanhol: Juan Godin)

VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. Trad de La Théorie des Champs Conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, mimeo, 1991.

VERGNAUD, G.; Multiplicative conceptual field: what and why? In: Guershon, H. and Confrey, J. (Eds) **The development of multiplicative reasoning in the leaning of mathematics**. Albany, N.Y.: State University of New York Press, 1994.

VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 17, n.2, 1998.

