

Processos cognitivos e epistemologias da teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud, do ensino narrativo e do aprender a aprender

Cognitive processes and epistemologies of the theory of conceptual fields of Gérard Vergnaud, teaching narrative and learning to learn

Karen Cavalcanti Tauceda, José Cláudio Del Pino

Programa de Pós Graduação de Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Resumo

Atualmente, referências sobre a importância “do aprender” e “do ensinar” são feitas com frequência. Nesta análise que disjunta, tem-se a impressão que alunos e professores fazem parte de universos pedagógicos distintos, e que se encontram por acaso, na sala de aula. Nesta ruptura epistemológica, encontra-se a realidade da escola; distante das discussões que ocorrem nas universidades padece de reflexão. Mesmo professores recém-saídos das universidades, não compreendem a importância de ensinar a teoria relacionada com a prática, à narrativa do professor com as concepções do aluno, o ensinar a aprender a aprender. O “ensinar” e o “aprender” estão intimamente relacionados. O professor só poderá ensinar se compreender como o aluno aprende. Nesta perspectiva, a Teoria dos Campos Conceituais é um referencial importante, por enfatizar a práxis educativa em ciências. Este ensaio propõe a discussão desta teoria, em relação ao ensino tradicional, baseado na narrativa do professor e ao ensino centrado no aluno, do “aprender a aprender”. Busca-se fazer algumas considerações epistemológicas em relação a estas pedagogias, relacionando-as com a elaboração dos conhecimentos científicos na perspectiva dos campos conceituais; nesta aproximação, pretende-se encontrar diferenças e similaridades.

Palavras-chave: campos conceituais; ensino por narrativa; aprender a aprender; epistemologia.

Abstract

Currently, references about the importance “of learning” and “of teaching” are made frequently. This analysis that disjoint, we have the impression that students and teachers are part of distinct pedagogical universes, and meet by chance in the classroom. This epistemological break is the reality of school. Distant from the discussions that take place in the universities is vitiated by reflection. Even teachers fresh out of university, do not understand the importance of teaching the theory related to the practice, the narrative of the teacher with the views of the student, teach him to learn how to learn. The “teaching” and “learning” are closely related. The teacher can only teach understand how the student learns. In this perspective, the Conceptual Fields Theory is an important benchmark by emphasizing the educational praxis in science. This paper proposes a discussion of this theory, compared to traditional teaching, based on the narrative of the teacher and the student-centered learning, of “learning to learn”. Seeks to make some epistemological considerations regarding these pedagogies, relating them to the development of scientific knowledge in the fields of conceptual perspective; this approach, we intend to find differences and similarity.

Keyword: conceptual fields; teaching by narrative; learning to learn; epistemology.

Autores de Correspondência:

K.C.Tauceda – Av. Loureiro da Silva 1788/705, Porto Alegre, RS 90050-240, Brasil. E-mail para correspondência: ktauceda@terra.com.br

J.C.Del Pino – Departamento de Ensino de Química, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 91500, Porto Alegre, RS 9151-970, Brasil. E-mail para correspondência: delpinojc@yahoo.com.br

1. Introdução

Os desafios enfrentados no âmbito da realidade escolar, principalmente em relação à aprendizagem na sala de aula não são novos. No século passado intensificaram-se discussões, com diferentes abordagens deste problema; de maneira bastante resumida podemos citar: as que focalizam os aspectos sociais da aprendizagem e as que enfatizam os seus elementos cognitivos. Os cognitivistas (Piaget, 1976; Posner, Strike, Hewson e Gertzog, 1982) enfatizam os processos mentais da aprendizagem, pois o ser humano não capta o mundo diretamente, ele representa este mundo em sua mente. Por outro lado, os “sociológicos” (Vygotsky, 1988; Freire, 1996) enfatizam que a interpretação do mundo é influenciada principalmente pelo “status quo” da sociedade.

Atualmente, estudos indicam que os processos que promovem a aprendizagem são aqueles relacionados a ambos os aspectos: as interações que se estabelecem no cotidiano (incluindo a sala de aula) com as estruturas cognitivas do aluno. Vergnaud (1990) representa esta linha de pensamento.

As estruturas mentais relacionadas à aprendizagem se entrelaçam na sociedade vivenciada pelo indivíduo, e assim são modificadas por ela; se entrelaçam quando interagem com informações significativas do dia a dia, armazenando-as; quando estes conhecimentos prévios se conectam com os conhecimentos de seus pares e da sociedade, através do diálogo reflexivo.

Então, como se deve ensinar? De que maneira são estabelecidas relações criativas entre os elementos promotores da aprendizagem (os processos mentais e a sociedade), que já se sabe ser inseparáveis? Como o aluno aprende? Não seria esta, a principal pergunta que os professores deveriam tentar responder, ao invés de ingressarem na sala de aula, muitas vezes pensando erroneamente, que para o aluno aprender basta que ele, o professor, esteja imbuído da tarefa de ensinar? Segundo Finkel (2008), para este professor, ensinar é narrar de forma esclarecedora para os estudantes aquilo que eles desconhecem. Ao falar para os alunos, escrever no quadro de giz ou mostrar slides utilizando Powerpoint, o professor acredita que está transmitindo conhecimento por meio deste ato narrativo.

Por que então, os nossos alunos (principal-

mente os de escola pública) demonstram não estar aprendendo aquilo que os professores se propõem a ensinar? O problema são os alunos, os conteúdos, a metodologia de ensino? A quem diga que o problema são os alunos. Esta conclusão origina-se dos relatos dos professores nos conselhos de classe, organizados para socializar a “classificação” dos estudantes por notas ou conceitos e evidenciar o maçante fracasso da aprendizagem nas diferentes disciplinas e vangloriar o diminuto sucesso... Outros afirmam que os conteúdos que se ensinam na escola não contemplam a realidade do aluno, por estarem distantes das necessidades do estudante da escola pública, que são mais direcionadas para o “mundo do trabalho”. Por sua vez, o professor é questionado pela sociedade, por que os seus alunos não aprendem. Seria a sua metodologia defasada ou, nos casos de professores recém-saídos das universidades, seria a sua metodologia equivocada?

O aprender e o ensinar parecem pertencer a “universos” distintos. O “ensinar” faz parte da realidade do professor enquanto o “aprender” faz parte da realidade do aluno. Esta dicotomia parece não estar promovendo uma real compreensão do problema da aprendizagem. Não contribui para que o professor encare as suas limitações nesta realidade da qual ele é protagonista. Assim como aconteceu com o debate entre os “cognitivistas” e os “sociais”, parece que estamos enfrentando o dilema do “ensinar” e do “aprender”.

Neste ensaio, defendemos a ideia de que o ensinar e o aprender é constituinte do mesmo problema, cujas soluções não podem vir de análises fragmentadas da realidade escolar. Propomos a reflexão conjunta sobre a aprendizagem nas diferentes facetas: o aluno, os conhecimentos e o professor.

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud é utilizada para analisar o ensino narrativo, da pedagogia tradicional, muito difundido nas escolas, e o ensino centrado no aluno, do aprender a aprender, da pedagogia construtivista. Nesta reflexão, propõe-se discutir outros caminhos pedagógicos, onde o ensino centrado no aluno é visto também sob o olhar pós-construtivista de Vergnaud.

2. A Teoria dos Campos Conceituais: uma teoria cognitivista e interacionista do “aprender a aprender”

Vergnaud (1994), em sua teoria, propõe o estudo do funcionamento cognitivo do “sujeito-em-ação”, utilizando como referência o conteúdo do conhecimento e a análise conceitual do domínio deste conhecimento. Vergnaud (1998) redirecionou o estudo de Piaget, sobre o desenvolvimento cognitivo como resultado da complexidade do pensamento lógico formal, para a compreensão do desenvolvimento cognitivo como um processo de conceituações relacionadas a diferentes situações. Vygotsky também apresenta um papel de destaque nas ideias de Vergnaud. Isto é percebido quando é enfatizada a importância da interação social, principalmente em relação ao professor na promoção de situações, para que os seus alunos desenvolvam esquemas na zona de desenvolvimento proximal, da linguagem e da simbolização, no domínio de um campo conceitual.

Na teoria de Vergnaud, a explicitação dos conhecimentos em situações de ensino tem papel de destaque. Isto porque, o professor deverá identificar os conhecimentos prévios dos estudantes para desenvolver problemas adequados, que se conectem a estrutura conceitual destes conhecimentos e aos conceitos que o professor quer ensinar. Segundo Ausubel (2000), as concepções prévias são os elementos cognitivos mais importantes que o professor deve considerar no processo ensino-aprendizagem. Nesta interatividade, surge o aspecto social desta teoria. A interação conceitual que Vygotsky propõe, é a aproximação do conhecimento real (que o aluno apresenta em suas estruturas cognitivas implícitas e explícitas), do conhecimento potencial (que o aluno consegue explicitar com a colaboração do grupo e do professor). Através da problematização de conceitos pelo professor, em situações que façam sentido para os estudantes, ele promoverá uma “ponte” cognitiva entre o real (conceitos prévios) e o potencial (conceitos novos): é a zona proximal. Assim, a interação conceitual, na teoria de Vergnaud, depende da interação social, assim como em Vygotsky. Para ambos, o processo de desenvolvimento cognitivo (conceituação) não depende de operações lógicas formais. Segundo Vergnaud (1994) Piaget, ao tentar explicar a complexidade conceitual, progressivamente dominada pelas crianças, a algum tipo

de complexidade lógica geral, ele simplificou-a ao extremo. Este processo cognitivo (conceituação), segundo Vergnaud, é mais amplo e complexo do que Piaget supunha.

Vergnaud enfatiza a interação conceitual como resultado da interação social. Para ele, não existe uma lógica geral na estrutura cognitiva do sujeito, mas, conhecimentos prévios, isto é, informações assimiladas, armazenadas, compreendidas e aplicadas a diferentes situações, resultando a conceituação e a formação de esquemas. Esta conceituação tem origem na interação social que fornece diferentes situações problemáticas. Segundo Vergnaud (1996), ao resolver as situações o sujeito conceitua e consequentemente, desenvolve-se cognitivamente.

Alheio a situações, o conceito não fará sentido, pois ele está ancorado pelas diferentes situações que formarão o campo conceitual daquele conjunto intrincado e conectado de significados. E as situações, constituintes dos conceitos e que lhes dão os significados, fazem parte também do “universo” do professor: elo de interação entre o conhecimento cotidiano do aluno (prévios), e o conhecimento escolar. Vygotsky também enfatiza a importância do papel do professor. Ele é o mediador dos conhecimentos, na transposição da zona real para a potencial, ao valorizar as atividades orientadas na zona proximal.

Desta forma, a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) é cognitivista e interacionista, pois explica o processo mental da conceituação do real (as interações das estruturas cognitivas prévias com a estrutura conceitual do conhecimento através de situações-problema), como resultado das interações na sala de aula, onde alunos e professores trazem suas compreensões de mundo. Os estudantes, com suas concepções prévias e resignificação de conceitos, e o professor, com sua interpretação dos conhecimentos científicos e dos conhecimentos prévios dos alunos, para que, através desta compreensão, possa elaborar situações-problema que se conectem a ambas.

O conhecimento, para Vergnaud (1982), está organizado em campos conceituais. Este é um conjunto de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos, esquemas e operações de pensamento conectados uns aos outros durante o processo de aquisição que

ocorre durante um longo período de aprendizagem. Vergnaud (1990) e Grossi (2001) concluem que um campo conceitual é um conjunto de situações, cujo domínio requer o domínio de vários conceitos, esquemas e representações de naturezas distintas.

Os esquemas contêm os conhecimentos-em-ação do sujeito, isto é, os elementos cognitivos que fazem com que a ação do sujeito seja operatória (Moreira, 2002). O esquema é a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações (Vergnaud, 1998).

É durante o processo de aquisição dos conceitos, na resolução das situações problemáticas, que o sujeito desenvolve-se cognitivamente. A conceitualização é o ponto central da TCC (Vergnaud, 1996, 1998). Desta forma, deve-se realizar uma análise conceitual das situações que o aluno irá desenvolver seus esquemas, através da identificação (principalmente) das dificuldades para desenvolvê-los. Para isto, é importante conhecer a estrutura conceitual dos esquemas dos conhecimentos prévios, muitos, desenvolvidos fora do ambiente escolar (Vergnaud, 1994) e da estrutura conceitual dos esquemas que devem

ser desenvolvidos na escola, isto é, os conhecimentos relacionados aos conteúdos de ensino. Ao estudar os próprios conteúdos do conhecimento no processo de conceitualização do real, (Moreira, 2002), identifica-se as continuidades e rupturas entre conhecimentos do ponto de vista de seu conteúdo conceitual (Vergnaud, 1990).

O conceito para Vergnaud (1993) é um somatório de três conjuntos: um conjunto de situações que dão sentido ao conceito; um conjunto de invariantes operatórios em que se baseia a operacionalidade dos esquemas (os significados dos conceitos amplamente implícitos), e um conjunto de representações simbólicas que permite representar um conceito, suas propriedades, situações e os procedimentos.

Os invariantes operatórios, conceito-em-ação e teorema-em-ação, são os conhecimentos contidos nos esquemas, os invariantes operacionais para uma classe de situações (Vergnaud, 1993). Teorema-em-ação é uma proposição tida como verdadeira sobre o real e conceito-em-ação é um objeto, predicado, uma categoria de pensamento tida como pertinente, relevante (Vergnaud, 1998).

3. A Teoria dos Campos Conceituais, o ensino baseado na narrativa e do aprender a aprender: relações e epistemologias.

Quais as diferenças fundamentais entre a TCC e o ensino baseado na narrativa? Qual é o papel do professor, do aluno e dos conhecimentos nestas duas formas de ensinar? Quais as semelhanças entre o aprender a aprender e a TCC?

A epistemologia do ensino baseado na narrativa do professor (conhecido também como tradicional e pedagogia por transmissão), ora é empirista ora é racionalista. Na sua versão racionalista, cujo autor principal é Descartes (2005), que viveu no século XVII, há a valorização das ideias (inatas), dos conhecimentos que o aluno deve “receber”. O conhecimento ocorre através de racionalizações (do professor) sem a ocorrência de um diálogo com o contexto escolar. É o caso daquele professor dito “conteudista”. Para ele, o importante é “dar a matéria” independentemente da compreensão dos alunos. Na sua versão empirista, ocorre a valorização da experimentação captada pelos sentidos, cujo resultado é o conhecimento. O empirismo, pensamen-

to que muitos professores ainda possuem sobre como é formado o conhecimento, também remonta a filosofia da ciência do século XVII. Se o aluno deve “receber” os conhecimentos, parte-se do pressuposto que ele não os possui. Nesta epistemologia, o aluno é uma “tabula rasa” (folha de papel em branco) onde, segundo John Locke (Hodson, 1986), os sentidos registram a “verdade” sobre o mundo. No ensino baseado na narrativa, o conhecimento é visto a partir da ótica do professor. Neste enfoque, ocorre um dualismo epistemológico. Racionalista porque o conhecimento do ensino, narrado pelo professor é a verdade (pois não há discussão). Empirista porque somente o professor possui o conhecimento, pois somente ele tem a “experiência” relacionada a ele.

Na versão empirista, o professor deve “preencher” a mente do aluno, da maneira que ele pensar ser a mais adequada. Por exemplo, se a aula for sobre a célula, o professor considera

que o aluno não apresenta nenhum conhecimento sobre este assunto. Isto é parcialmente correto. Porém, ele possui concepções prévias do que é um ser vivo resultado de suas vivências cotidianas (em situações não formais de aprendizagem), e de suas experiências no ambiente escolar. Estas concepções formam um arcabouço conceitual, que servirá de “âncora” para outros conceitos (por exemplo, o conceito de célula). Então, estas concepções prévias, trazem em sua estrutura (invariantes operatórios), conhecimentos que podem vir a se conectar (através de problemas adequados) à estrutura conceitual dos conteúdos de ensino durante o processo de aprendizagem. Segundo Vergnaud (1982), este conjunto de conceitos interligados, que formam uma trama de significados, esquemas e conhecimentos em ação, situações, operações de pensamento, são os campos conceituais. Tauceda e Del Pino (2010) identificaram a importância dos conhecimentos prévios na elaboração de modelos pictóricos de hereditariedade. Embora os alunos não tivessem visto o modelo celular da replicação do DNA (que é a essência da hereditariedade), eles conseguiram, em sua maioria, elaborar estes modelos (desenhos) a partir de discussões e debates em tarefas instrucionais generativas, isto é, tarefas cujas respostas não indicassem simples memorização, mas sim compreensão dos conceitos. Eles construíram estes modelos, relacionando seus conhecimentos prévios sobre reprodução (a capacidade de originar uma estrutura idêntica, ou quase, à preexistente), com as informações novas relacionadas à replicação celular, apesar da metodologia da pesquisa não possibilitar a visualização de modelos prontos (figuras de livros). Na análise dos desenhos produzidos com o objetivo de responder as tarefas instrucionais, identificou-se a conexão das estruturas cognitivas do conceito de reprodução com as da replicação do DNA.

Apesar do trabalho citado acima, não ter o objetivo de discutir os campos conceituais, os resultados desta pesquisa podem ser interpretados à ótica de outros referenciais, como por exemplo, a teoria de Vergnaud, pois envolve também questões sobre os processos cognitivos na aprendizagem em biologia. Na análise dos desenhos produzidos, os resultados indicaram a aprendizagem do campo conceitual da hereditariedade, que é um campo mais amplo de conhecimento, pois envolve ideias sobre a reprodução

e a replicação do DNA. Concluindo: este estudo vem reforçar a necessidade de repensar as estratégias de ensino. O aluno não é um “espaço vazio” a ser preenchido pelas ideias do professor, como é enfatizado pela pedagogia tradicional. Pelo contrário, o aluno apresenta ideias prévias do mundo que ele vivencia em seu cotidiano. Ao propor a aprendizagem de um conceito que o aluno ainda não havia aprendido (ele não possuía modelos mentais relacionados a este conceito), as tarefas instrucionais promoveram uma continuidade conceitual das concepções prévias (relacionadas aos esquemas sobre a vida e a reprodução) com o campo conceitual de hereditariedade. A existência de campos conceituais constituindo o arcabouço de conhecimentos dos estudantes pode ser a explicação da pergunta: como os alunos formaram modelos mentais sobre conceitos que eles ainda não haviam aprendido? A teoria de Vergnaud, ao enfatizar a identificação das concepções prévias, reconhece a rede conceitual do conhecimento de cada sujeito, isto é, os campos conceituais que constituem a sua estrutura cognitiva. Ao problematizar um determinado conceito que o aluno já compreendeu, o professor promove a continuidade e ruptura cognitiva de outro conceito do mesmo campo conceitual; esta “ponte” será efetiva desde que o aluno tenha elementos conceituais para fazer a relação com o novo conceito, isto é, ele necessita compreender o problema como um problema. Para Vergnaud (1994), isso significa que as situações-problema são essenciais para a conceitualização.

Segundo Ausubel (2000), o estudante só aprende a partir daquilo que já sabe. Logo, as situações devem apresentar estruturas de conhecimento que possam conectar-se cognitivamente à estrutura conceitual dos alunos. Em outras palavras, estas situações devem fazer sentido para quem irá resolvê-las. Ao compreender as situações e percebendo-se sujeito que aprende, o aluno identifica a importância da resolução de situações problemáticas para a sua aprendizagem (conceitualizações), pois, segundo Grossi (2006), aprender é formular hipóteses. Neste processo de questionamentos, hipóteses, verificações, erros, e a longo prazo, acertos, o aluno percebe-se aprendendo a aprender.

Todavia, no ensino tradicional, o conteúdo é a “verdade” a ser “absorvida” pelo aluno através da exposição oral do professor (Zaballa, 2001). É

a versão racionalista cartesiana desta pedagogia. Neste modelo, tanto faz o professor escrever no quadro-e-giz, desenvolver excelentes exposições orais ou fazer apresentações em slides Power-point. O que ele faz é narrar (Moreira, 2011). Como já foi citada anteriormente, esta metodologia fundamenta-se epistemologicamente nas ideias racionalistas de Descartes (2005). Segundo este autor, conhecemos a realidade não pelos sentidos, mas apenas pela compreensão que esta realidade está em nós. Concebemos a compreensão das coisas pelo pensamento. Para Ribeiro (2008), ao considerarmos o conhecimento uma estrutura intelectual inata, desprezamos o papel da experiência, esta, originada dos sentidos e da aprendizagem formal. A experiência é anulada em nome da razão, cuja origem divina, alcança a verdade das coisas, através de métodos de abstração e supressão dos sentidos.

Por que o professor que utiliza este modelo de ensino (narrativo/expositivo/tradicional/clássico) apresenta uma compreensão racionalista de como se forma o conhecimento, isto é, como o aluno aprende? A explicação agora é voltada para o entendimento do professor para com os conteúdos de ensino, os conhecimentos científicos que a escola deve “transmitir”, e para seu próprio papel na escola. Se a aula é fundamentada na narrativa do professor, é por que ele acredita que a sua interpretação dos conhecimentos de ensino é a correta, verdadeira. O conhecimento, para este professor, é algo absoluto, pois está afastado do debate que poderia ocorrer na interação com a realidade escolar. Ele nega esta interatividade que provocaria um “relativismo” em sua narrativa, pois esta narrativa se influenciaria pelas diversas “realidades” que existem em uma sala de aula. Não queremos dizer com isso que podemos relativizar os conceitos científicos. Mas, ao narrar estes conceitos “prontos”, “estáticos” e sem nenhuma relação com o cotidiano dos alunos (suas experiências e ideias que se formaram dentro e fora da escola), ele utiliza o espaço escolar para simplesmente reafirmar estes conceitos, sem questionamentos (dele e dos alunos), como um dogma. Seria muita ingenuidade, pensar que na escola os alunos irão desenvolver a ciência. Esta não é a sua função. Da mesma forma, não é a função da escola simplesmente reproduzir acriticamente, como um “mantra” os conhecimentos científicos que a humanidade levou milhares de anos para desenvolver. A função

da escola é tornar os sujeitos críticos, criativos e conhecedores do ato de aprender. Para Praia, Carrelhas e Gil-Pérez (2002), ao professor, deve-se atribuir o papel de mediador entre os saberes dos alunos e o conhecimento reconhecido. Neste confronto de conhecimentos, ocorrerá um “salto” qualitativo que poderá ajudar a construir um novo saber, com novos conceitos, competências e atitudes e não simples memorização na aquisição de conhecimentos.

Nas aulas narrativas, como já foi explicado anteriormente, o professor se encontra em uma confusão metodológica / epistemológica, pois ele enfrenta um dualismo racionalista / empirista. Racionalista quando ele considera a sua fala, em comparação com as falas de seus alunos, mais provida de importâncias, objetivos e significados. A sua interpretação para o significado dos conhecimentos de ensino é dos “conteúdos programáticos” que todo o “bom” professor deve cumprir. Eles são conteúdos estanques, fixos, desprovidos de qualquer significância social, isto porque estes conteúdos “não dialogam” com a realidade da sala de aula. É empirista quando considera que os alunos não apresentam conhecimentos prévios. Ele não os considera, pois não formula questionamentos para que os alunos desenvolvam as suas hipóteses (que estão fundamentadas nas concepções prévias), para resolver as situações, que irão desencadear na formulação dos novos conhecimentos. A sua interpretação para o significado de “professor” é a do “detentor de verdades estabelecidas”. Quando ele fala o aluno deve escutar, pois o que ele tem para dizer é mais importante do que o aluno tem a falar. Não há interação, pois isto significa “bagunça” na aula e, conseqüentemente, perda do controle da classe.

Muitos alunos não estão aprendendo. Segundo Moreira (2011), é indiferente para a aprendizagem, aulas em que os professores se limitem à utilização do quadro-e-giz e dos livros textos, onde aluno deve copiar para não esquecer no dia da prova, e aulas “diferentes” em salas de vídeo, data show, com ótimas explicações, com sínteses, exemplos, comparações e esquemas. Quais informações repassadas nestas “boas aulas” narrativas restarão depois de alguns meses ou anos? Muito pouco, pois este modelo enfatiza a aprendizagem de conteúdos específicos á curto prazo.

No modelo narrativo, prioriza-se a memo-

rização em detrimento da compreensão. Isto porque o aluno tem que prestar atenção ao que o professor está falando, tornando difícil o diálogo entre professor/aluno. Como não existe esta conexão dos conhecimentos do aluno com os conhecimentos expostos através da narrativa do professor (que são as suas interpretações dos conhecimentos de ensino), ocorre um hiato cognitivo. Na medida em que ocorre este “espaço vazio”, ao aluno resta somente “decorar” para a prova, utilizando a sua memória de curta duração, que serve para executar as tarefas mais imediatas. Durante a execução das tarefas de uma prova, este aluno pode até apresentar um resultado satisfatório. O problema é quando é solicitado, este mesmo conteúdo de ensino, em outras situações problemáticas que se relacionam com aquele conhecimento (conceito), que o aluno soube aplicar naquela situação específica da prova. Como não houve conceituação, isto é, resolução de problemas através da conexão de estruturas cognitivas prévias e novas, não ocorreu formação de um esquema cognitivo para lidar com diferentes situações relacionadas àquele conhecimento. Faltam, no modelo narrativo, as situações problemáticas para fazer a interação cognitiva entre as ideias dos alunos e as ideias do professor (matéria de ensino interpretada pelo professor). Falta a interação entre professor/aluno para que ele dê a palavra ao aluno, com o objetivo de identificar as concepções prévias e elaborar situações adequadas para que o estudante identifique estas situações como um problema a ser resolvido. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) e Vergnaud (1990) enfatizam a importância desta identificação para uma aprendizagem significativa. Falta o professor assumir o seu papel de agente ativo, provedor destas situações, para que ocorra o desenvolvimento conceitual dos alunos. Quando o professor simplesmente discursa para os alunos, ele assume uma posição passiva frente à aprendizagem destes estudantes. Isto porque, possivelmente, não está ocorrendo aprendizagem. Vygotsky enfatiza o papel mediador do professor para o desenvolvimento cognitivo do aluno. A dificuldade da aprendizagem pode ser percebida, por exemplo, quando é proposta a resolução de diferentes problemas que fazem parte da estrutura conceitual de um determinado conhecimento. Ou quando as diferentes situações a serem resolvidas fazem parte de conceitos pertencentes a um determi-

nado campo conceitual. Podemos dar um exemplo na situação da conceituação de fotossíntese. A fotossíntese é um conceito e ao mesmo tempo, um campo conceitual, pois este conceito é constituído por diferentes conceitos (enzima, moléculas orgânicas, energia, metabolismo). No trabalho realizado por Tauceda, Del Pino e Nunes (2012), foi constatado que na sala de aula com metodologia de ensino tradicional (narrativo), ocorreu menor conceituação de fotossíntese, cientificamente aceita, do que na sala de aula onde foi desenvolvida a metodologia diferenciada da TCC. Na turma tradicional, muitos alunos não conseguiram resolver as situações diferentes que faziam parte da estrutura dos conceitos relacionados à fotossíntese; eles não desenvolveram um esquema mental para conceituar fotossíntese. Faltou-lhes o debate de situações problema durante o processo de ensino para que fossem identificadas concepções prévias para que estes conhecimentos fossem inseridos nas situações-problema avaliativas. A importância das situações no processo de conceituação é enfatizada por Moreira (2002), quando ele afirma que um único conceito não se refere a um só tipo de situação, e uma única situação não pode ser analisada com um só conceito.

A TCC considera a conceituação a essência do desenvolvimento cognitivo ao promover um avanço na capacidade de abstração. Este processo ocorre através da resolução de situações problemáticas cada vez mais complexas, pois os conceitos apresentam, em sua estrutura, além dos invariantes operatórios e das representações, as situações que dão sentido aos conceitos. Cada vez que o aluno conceitua (na resolução de situações), ele está apto para resolver outras situações que vão abarcar os conceitos que fazem parte daquele campo conceitual. Como ocorre uma “ponte” cognitiva no ensino baseado na TCC, o aluno ao conceituar na resolução das situações problema, ele indica que está ocorrendo compreensão. A compreensão dos conceitos implica a aptidão para resolver as situações diferentes que envolvem determinado conceito. Isto significa que na TCC, o aluno não aprende determinado “conteúdo” somente para realizar uma prova. Ele necessariamente deverá saber aplicar este conceito na resolução de diferentes problemas, pois ele formou um esquema mental. Em Moreira (2002) é discutido essa questão de “reprodução de conhecimentos”. Ele afirma que se

a prova conter questões sobre o assunto que re-produzam a maneira como o professor explicou, ele provavelmente responderá corretamente às questões. Mas se estas questões implicarem a resolução de situações “novas” que envolvam aquele conhecimento, o resultado será outro. Os alunos irão falar que não foi “ensinada esta matéria”.

No ensino baseado na TCC, o conceito é compreendido como constituído, principalmente, das situações que lhe dão os significados. E são essas situações que irão promover a “ponte” cognitiva entre saberes do cotidiano e os pertencentes à escola (científicos). Será o professor que organizará estas situações problemáticas, de acordo com a sua compreensão dos conceitos científicos que constituem sua área de atuação e de acordo com os conceitos prévios dos alunos. Como foi realizada esta “ponte” cognitiva, o aluno não utilizará estes conhecimentos apenas para situações imediatas, previamente conhecidas. Ele terá a capacidade mental, que foi fornecida pela sua conceituação e compreensão, para aplicar estes conhecimentos em diferentes situações que compõem determinado conceito. Os estudantes, em sua maioria, não estão aptos para resolverem diferentes problemas que envolvam determinado conhecimento (conceito). Eles estão sendo preparados pela escola, a reproduzirem simplesmente, os conteúdos que são “ensinados” pelo professor. Como o aluno apenas memoriza estes conteúdos de ensino para o dia da prova, estes conhecimentos não são operacionais, pois não foi desenvolvida, pela escola, a capacidade para resolver diferentes situações-problemáticas teóricas ou relacionadas com o seu cotidiano.

Já havíamos dito que estas situações devem conter elementos conceituais que o aluno possa identifica-las como problemas a serem resolvidos. Neste processo de conceituação, ele provavelmente estará armazenando estas informações na memória de longo prazo. A conceituação envolve lembrar os conhecimentos para aplicá-las na resolução de diferentes problemas. Taucedo *et al.* (2012) exemplifica esta recursividade na aprendizagem da fotossíntese. Na aula com metodologia diferenciada (baseada na TCC), as diferentes situações-problema utilizadas para relacionar as concepções prévias com os conteúdos de ensino, contribuíram para a aprendizagem da fotossíntese, diferentemente do que foi

observado na aula com metodologia tradicional, narrativa. Estes resultados foram identificados, ao serem analisadas as respostas das situações-problema avaliativas.

Estudos na neurociência, principalmente aqueles relacionados à memória, nos levam a fazer algumas relações entre esta área e os estudos na psicologia cognitiva. Segundo Vergnaud (1990), é importante às situações-problemáticas conterem conhecimentos constitutivos da estrutura cognitiva do aluno, pois ele tem que reconhecer estas situações como um problema. Segundo Izquierdo (2011, p. 80), “... para evocar uma memória é preciso recriá-la conclamando a ação o maior número possível de sinapses pertencentes aos estímulos condicionados dessa memória”. Segundo Ausubel (2000), os conhecimentos prévios são os elementos cognitivos mais importantes para a aprendizagem. Vergnaud (1994) também reconhece a necessidade de conhecer a estrutura conceitual dos esquemas dos conhecimentos prévios, muitos desenvolvidos fora do ambiente escolar.

Por que estes dois autores, enfatizam a importância para a aprendizagem das concepções prévias dos estudantes? Ao fornecer situações que contenham conceitos prévios, significativos para os alunos, o professor estará “recriando” esta memória, já adquirida. E através desta evocação de conhecimentos armazenados na memória, será possível, através de situações que também evidenciem os novos conhecimentos (além dos prévios), relacionar a estrutura cognitiva prévia com a estrutura conceitual nova, originando um novo conhecimento (uma resignificação dos conhecimentos de ensino). Mas o mais importante é que o professor poderá identificar as rupturas e continuidades do conhecimento-em-ação durante a aprendizagem, e isto só será possível se o aluno possuir elementos cognitivos que o possibilitem reconhecer estas situações como um problema.

Feynman (2006), prêmio Nobel de física, relata as suas experiências com estudantes no Brasil. Ele afirma que os brasileiros apresentam uma carga horária alta no ensino médio, comparado a outros países, e eram os que menos aprendiam a matéria. Ele conclui que isto pode ser resultado do método de aprendizagem que prioriza a memorização mecânica ao invés do raciocínio. Cordeiro, Venturi e Hollanda (2009), relata que os resultados do ENEM (Exame Nacional do Ensino

Médio), SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica) e PISA (Programme for International Student Assessment) mostram a ineficiência da aprendizagem do ensino em nosso país.

Finkel (2008) afirma que a educação deveria proporcionar aprendizagens relevantes, de longa duração, que modificasse, aprofundasse e ampliasse a nossa forma de compreender o mundo.

Mas qual a relação entre a teoria dos campos conceituais de Vergnaud e do “aprender a aprender”? Segundo Moreira (2011), o discurso educacional contemporâneo é do aprender a aprender. Porém a escola continua com os professores narrando e ensinando de maneira behaviorista.

Para que o professor mude a sua estratégia de ensino é necessário que ele compreenda como o aluno aprende. A TCC parece indicar uma possibilidade para este entendimento. O aprender a aprender envolve interação na sala de aula. Nenhuma aprendizagem ocorre com o sujeito isolado de seu contexto social (professor-aluno/aluno-aluno). A TCC também é interacionista, pois é valorizada a função do professor na proposição de situações problemáticas adequadas para que os alunos possam resolver. É interacionista quando pressupõe um conhecimento prévio do professor em relação aos conhecimentos prévios dos alunos, e a partir desta compreensão, elaborar as situações problemáticas. O professor é o mediador dos conhecimentos. Ele deve estabelecer um ambiente dialógico na sala de aula onde os alunos possam explicitar suas concepções prévias na interação aluno-aluno-professor.

O aprender a aprender também considera a apropriação dos conhecimentos de uma forma peculiar, diferente daquela que estamos acostumados na rotina da sala de aula: ou o aluno aprendeu ou ele não aprendeu. O ensino centrado no aluno, do aprender a aprender, ao contrário, considera o processo de aprendizagem, único de cada aluno (pois cada um apresenta uma vivência específica). Desta forma, não podemos considerar na avaliação da aprendizagem o “certo ou errado”. O aluno para aprender a aprender, necessita ancorar-se nos significados já construídos por ele. Segundo Toulmin (1977), conceitos fundamentam a compreensão humana; eles nascem, morrem, são substituídos, adquirem outros significados, sobrevivem e evoluem.

Moreira, (2002) destaca que a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud também enfatiza a progressividade e a não linearidade da aprendizagem significativa, pois o campo conceitual é um campo de situações-problema em distintos níveis de complexidade. Por exemplo, os conceitos relacionados à área de conhecimento da biologia. Este é um campo de diferentes situações problema, cuja resolução envolve conceitos e procedimentos da biologia, da física, da química, da matemática e da história da ciência. O domínio de qualquer campo conceitual (por mais restrito que seja), como envolve diferentes conceitos, é lento, não linear, pois envolve diferentes continuidades e rupturas. E não é uma avaliação do tipo “certo/errado” (que enfatiza o resultado do ensino), que possibilitará a identificação do processo da aprendizagem pelo professor e aluno. Esta identificação ocorrerá através da conscientização do desenvolvimento conceitual, quando há a reflexão das dificuldades na formulação das hipóteses para a resolução dos problemas.

Outro fator limitante para o ensino centrado no aluno, do aprender a aprender, é que o estudante está familiarizado com o monólogo do professor, interpretando esta narrativa como “dar aulas”. O professor deve propor estratégias instrucionais que promovam a fala do aluno para expor os significados do que ele está aprendendo (Moreira, 2011). Estas estratégias que estimulam o diálogo, a troca de experiências e reflexões, através da resolução de situações problemáticas (como a proposta pela TCC), foram identificadas como fator de melhoria da aprendizagem em Grings, Caballero e Moreira (2006) e Tauceda *et al.* (2012), na formação de esquemas e conceituações de temperatura e nas conceituações de fotossíntese, consecutivamente. Para Vergnaud (1996), os esquemas são constituídos por invariantes operatórios chamados também de conhecimentos-em-ação, que por sua vez, são constituídos por conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, que constituem a parte conceitual e operacional dos esquemas. Teorema-em-ação é uma proposição considerada verdadeira sobre o real e conceito-em-ação é uma categoria de pensamento tida como pertinente. Esse conhecimento, que é principalmente implícito, o aluno apresenta dificuldade de explicá-lo. Isso não significa que este conhecimento não existe ou que não possa ser explicitado. No processo de

explicitação do conhecimento implícito (através da ação mediadora do professor de prover situações problemáticas significativas para os alu-

nos), os teoremas e conceitos-em-ação podem ser debatidos e modificados tornando-se mais próximos dos conhecimentos científicos.

4. Discussão

O aprender a aprender ou o ensino centrado no aluno envolve recursividade dos processos de aquisição dos conhecimentos, e estes, estão presentes na TCC de Vergnaud. A recursividade é importante porque somente através dela o aluno irá refletir sobre o seu processo “do aprender”. Em que momento está presente esta recursividade? A questão principal são as situações problemáticas. São elas que, através das interações reflexivas entre os alunos e professor, irão tencionar as rupturas e continuidades entre os conhecimentos prévios e novos. Neste retorno à sua base conceitual, o aluno identifica as limitações desta, durante a resolução das situações. Ele percebe que aprender é formular hipóteses, como diz Grossi (2006). Não importa se estes conhecimentos formulados, através da interação reflexiva entre novos e prévios, não estão corretos ou parcialmente corretos. O que interessa são as possibilidades que o professor oferece para explicitar estes conhecimentos. Segundo Vergnaud (1996), o caráter do conhe-

cimento muda se for comunicável, debatido e compartilhado.

Na TCC, o conhecimento não é composto de conceitos formais como nós estamos acostumados. O conceito tem outra definição, e esta, não é encontrada sem a ação do sujeito durante o ato de aprender. Um conceito escrito pelo professor no quadro de giz ou no livro texto não significa muita coisa. É o sujeito que lhe dá significado durante a ação de resolver um problema, pois não existe conceito sem situação. A definição do conceito de Vergnaud pode ser a maior aproximação entre o ensino centrado no aluno (ou o ensino baseado no aprender a aprender) e a TCC. A partir desta definição, se originam as demais concepções de Vergnaud (professor, aluno e conhecimento). Principalmente, na TCC o professor possui um papel mais amplo do que simplesmente ensinar conteúdos (embora esta seja a principal função da escola no ensino tradicional). Ao professor, cabe a tarefa de ensinar o aluno a aprender a aprender.

5. Referências bibliográficas

Ausubel, D. P., Novak, J. D. e Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Intermérica.

Ausubel, D. P. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: a Cognitive View*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Cordeiro, M. L. X.; Venturi, J. J.; Hollanda, F. C. (2009). *Considerações sobre o Ensino Médio e o Novo Enem*. Curitiba: Sindicato dos estabelecimentos particulares de ensino do estado do Paraná.

Descartes, R. (2005). *Meditações Metafísicas*. São Paulo: Martins Fontes.

Feynman, R. P. (2006). *O senhor está brincando, Sr. Feynman!* Rio de Janeiro: Ed. Elsevier.

Finkel, D. (2008). *Dar Classe de Boca Cerrada*. Va-

lencia: Publicaciones de la Universitat València.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*. São Paulo: Paz e Terra.

Grings, E. T. O.; Caballero, C.; Moreira, M. A. (2006). Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos da termodinâmica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28 (4), 463-471.

Grossi, E. P. (2001). Esquemas de pensamento, campos conceituais e teoremas em ação: um espaço de problemas do pós-construtivismo. Em: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais-INEP (Org.), *Anais, Seminário Internacional sobre Didática da Matemática*, Porto Alegre: INEP.

Grossi, E. P. (2006). *Aprender é formular hipóte-*

- ses. *Ensinar é organizar provocações*. Porto Alegre: GEEMPA.
- Hodson, D. (1986). The nature of scientific observation. *School Science Review*, 63 (223), 360-365.
- Izquierdo, I. (2011). *Memória*. Porto Alegre: Artmed.
- Moreira, M. A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (1), 7-29.
- Moreira, M. A. (2011). Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. *REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente*, 4 (1), 2-17.
- Piaget, J. (1976). *A Equilibração das Estruturas Cognitivas*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Ribeiro, G. de B. (2008). A Epistemologia tradicional sob uma nova crítica nominalista: alguns termos da perspectiva de Wilfrid Sellars. *Diversa*, 1 (2), 57-68.
- Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W.; Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Praia, J. F.; Carrelhas, A. F. C.; Gil-Pérez, D. (2002). Para uma reorientação epistemológica da Educação em Ciência. *Ciência & Educação*, 8 (1), 127-145.
- Tauceda, K. C.; Del Pino, J. C. (2010). Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15 (2), 337-354.
- Tauceda, K. C.; Del Pino, J. C.; Nunes, V. M. (2012). A resolução de problemas e a aprendizagem dos conceitos sobre metabolismo celular no referencial teórico dos campos conceituais. Em: Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR (Org.), *Anais, III Seminário Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia*. Ponta Grossa: Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, UTFPR.
- Toulmin, S. (1977). *La Comprensión Humana: El uso Colectivo y la Evolución de los Conceptos*. Madri: Alianza Editorial.
- Vergnaud, G. (1982). A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In: Carpenter, T., Moser, J. & Romberg, T. (Ed.). *Addition and Subtraction. A Cognitive Perspective* (pp. 39-59). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum..
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (23), 133-170.
- Vergnaud, G. (1993). Teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.) Em: Instituto de Matemática da UFRJ (Org.), *Anais, I Seminário Internacional de Educação Matemática* (pp. 1-26). Rio de Janeiro: Instituto de Matemática, UFRJ.
- Vergnaud, G. (1994). Multiplicative conceptual field: what and why? In Guershon, H. and Confrey, J. (Ed.) *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics* (pp. 41-59). Albany, N.Y.: State University of New York Press.
- Vergnaud, G. (1996). A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. *Revista do GEMPA*, 4, p. 9-19.
- Vergnaud, G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 17 (2), 167-181.
- Vygotsky, L. (1988). *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes.
- Zabala A. (2001). Concepção da aprendizagem e enfoque globalizador. In: Zabala A. (Ed.) *Enfoque globalizador e pensamento complexo* (pp.89-136). Porto Alegre: ArtMed.