

Orientações para o ensino de ciências: dos pressupostos individuais à proposição coletiva

Orientations toward teaching science: from individual assumptions to collective proposition

Leila Inês Follmann Freire

Universidade Estadual de Ponta Grossa / Universidade de São Paulo
leilaiffreire@msn.com

Carmen Fernandez

Universidade de São Paulo
carmen@iq.usp.br

Resumo

As Orientações para o ensino de ciências dos professores servem como orientadoras dos objetivos, do conteúdo, das tarefas dos estudantes, do uso de materiais didáticos e outros materiais curriculares, da avaliação e da aprendizagem dos estudantes. O objetivo deste trabalho foi analisar como a construção coletiva das orientações para o ensino de ciências de um grupo de licenciados recém-formados se relaciona com as orientações expressas individualmente. Para isso, em diferentes momentos foram coletados dados a partir de um instrumento de Representação de Conteúdo (CoRe) validado na literatura internacional, com três sujeitos, ora individualmente, ora coletivamente. Os dados foram analisados qualitativamente a partir das categorias propostas por Magnusson *et al.* (1999) e indicam que a construção coletiva do CoRe trouxe benefícios na abrangência dos objetivos e das estratégias instrucionais propostas pelos professores para um conteúdo específico.

Palavras chave: orientações para o ensino, estratégias instrucionais, construção coletiva

Abstract

The orientations toward teaching science of teachers serve as guidelines for the objectives, the content of student assignments, the use of textbooks and other curriculum materials, and assessment of student learning. The aim of this study was to analyze how the collective construction of the orientations toward science education of a group of newly graduates relates to the orientations expressed individually. Data were collected at different moments using the instrument of Content Representation (CoRe) validated in the international literature. Three teachers answer the CoRe first individually, then collectively. The analysis was qualitative from the categories proposed by Magnusson *et al.* (1999) and indicate that the collective construction of CoRe brought benefits in the scope of the objectives and instructional strategies proposed by teachers for specific content.

Key words: guidelines for teaching, instructional strategies, collective construction

Orientações para o ensino de ciências: dos pressupostos individuais à proposição coletiva

Introdução

O conjunto de conhecimentos necessários ao professor para ensinar é o que tem sido chamado de „base de conhecimentos para o ensino“ (COCHRAN, DERUITER e KING, 1993; GROSSMAN, 1990; SHULMAN, 1987). Os conhecimentos da base possuem diferentes naturezas, mas, todos eles são essenciais para a atuação do professor como um profissional, tais como: conhecimentos a respeito dos alunos e suas características, do conteúdo específico (química, física, história, etc.), das questões pedagógicas e do contexto em que a aprendizagem se insere. Como um amálgama de todos estes conhecimentos, o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK, do inglês *Pedagogical Content Knowledge*) aparece como aquele que distingue o professor de química, por exemplo, do químico, sendo considerado o conhecimento profissional dos professores.

Grossman (1990) reorganizou as categorias da base de conhecimentos propostas por Shulman (1987) e outros pesquisadores (ELBAZ, 1983; LEINHARDT e SMITH, 1985, WILSON, SHULMAN e RICHERT, 1987) delimitando-as a quatro: 1) conhecimento pedagógico geral (composto pelo conhecimento dos alunos e sua aprendizagem, gestão da sala de aula, currículo e instrução e outros); 2) conhecimento do conteúdo específico (que inclui o conhecimento das estruturas sintáticas e substantivas e do próprio conteúdo); 3) conhecimento do contexto (conhecimento do estudante em relação à comunidade, à escola e ao distrito/região) e; 4) conhecimento pedagógico do conteúdo (guiado pela concepção dos propósitos para ensinar um conteúdo específico e constituído pelo conhecimento da compreensão dos estudantes, do currículo e das estratégias instrucionais); sendo que, este último é influenciado e influente nos demais e é considerado o conhecimento central da base de conhecimentos de um professor.

O que Grossman (1990) designou como „Concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico“, outros autores chamaram de „Propósitos de ensino“ (CARLSEN, 1999) e „Orientações para o Ensino de Ciências“ (MAGNUSSON *et al.* 1999). Foram Magnusson e seus colaboradores que melhor explicitaram as „Orientações“ referindo-se a elas como o conhecimento e as crenças dos professores sobre as finalidades e objetivos para o ensino de ciências, que representam uma forma geral de ver ou conceituar o ensino de ciências.

Em trabalho anterior ao de Magnusson *et al.* (1999), Anderson e Smith (1987) já haviam definido que as orientações dos professores seriam os padrões gerais de pensamento e comportamento relacionados ao ensino e aprendizagem das ciências que funcionariam como um arranjo entre a ação e a cognição do professor e serviriam como orientador dos objetivos, do conteúdo das tarefas dos estudantes, do uso de materiais didáticos e outros materiais curriculares, da avaliação e da aprendizagem dos estudantes. Estes autores descrevem quatro diferentes orientações para o ensino de ciências: 1) Ensino de atividade dirigida; 2) Ensino didático; 3) Ensino por descoberta; e 4) Ensino por mudança conceitual.

Magnusson *et al.* (1999) propuseram nove diferentes orientações (dispostas na tabela 1), incluindo as quatro originalmente identificadas por Anderson e Smith (1987): processo; rigor acadêmico; didática; mudança conceitual; atividade dirigida; descoberta; ciência baseada em projetos; investigação; e investigação dirigida. Cada orientação foi descrita com relação aos objetivos do ensino de ciências que um professor com uma orientação particular deve possuir

e às características típicas da instrução que deveriam ser conduzidas por um professor com uma dada orientação.

Orientação	Objetivos do ensino de ciências	Características da instrução
Processo	Ajudar os estudantes a desenvolver as “habilidades para o processo da ciência”.	Professor apresenta aos alunos o processo de raciocínio empregado pelos cientistas para adquirir novos conhecimentos. Os alunos participam em atividades que desenvolvem o processo de pensamento e habilidades de pensamento integradas.
Rigor Acadêmico	Representar um determinado corpo de conhecimento (ex. química).	São utilizados trabalhos de laboratório e demonstrações para verificar os conceitos científicos demonstrando a relação entre determinados conceitos e os fenômenos. Os alunos são desafiados com problemas e atividades difíceis.
Didática	Transmitir os fatos da ciência.	O professor apresenta a informação, geralmente através de palestra ou discussão e as perguntas direcionadas aos alunos têm o propósito de fornecer um suporte justificável para o conhecimento dos fatos produzidos pela ciência.
Mudança Conceitual	Facilitar o desenvolvimento do conhecimento científico através do confronto dos estudantes com contextos para explicar que desafiam suas concepções ingênuas.	Estudantes são pressionados a respeito de sua visão sobre o mundo e levados a considerar a adequação das explicações alternativas. O professor facilita a discussão e o debate necessário para estabelecer as asserções de conhecimento validado.
Atividade dirigida	Permitir que os estudantes sejam ativos com o uso de materiais e experimentos do tipo mão-na-massa.	Os estudantes participam em atividades do tipo mão-na-massa utilizadas para verificação ou descoberta.
Descoberta	Fornecer oportunidade aos estudantes para descobrir sozinhos alguns conceitos científicos alvo.	Centrada-no-aluno. Os alunos exploram o mundo natural seguindo seus próprios interesses e descobrem padrões de como o mundo funciona durante suas explorações.
Ciência baseada em projetos	Envolver os estudantes na busca de soluções para problemas reais.	Centrada-no-projeto. A atividade de professores e estudantes é centrada numa questão direcionadora que organiza os conceitos e os princípios e direciona as atividades dentro de um tópico de estudo. Através da investigação, os alunos desenvolvem uma série de artefatos (produtos) que refletem suas compreensões.
Investigação	Representar a ciência como uma pesquisa, investigação.	Centrada-na-investigação. O professor apoia os alunos na definição e investigação dos problemas, no esboço das conclusões e na avaliação da validade do conhecimento a partir de suas conclusões.
Investigação Orientada	Constituir uma comunidade de aprendizes, cujos membros partilham a responsabilidade de compreender o mundo físico, especialmente no que diz respeito ao uso das ferramentas da ciência.	Centrada-na-comunidade-de-aprendizagem. O professor e os estudantes participam na definição e investigação dos problemas, na determinação dos padrões, inventando e testando explicações e avaliando a utilidade e validade de seus dados e a adequação de suas conclusões. O professor apoia os alunos em utilizar os materiais e as ferramentas intelectuais da ciência para o uso independente delas.

Tabela 1: Características das Orientações para o Ensino de Ciências. Fonte: os autores, com base em Magnusson *et al.* (1999)

Dois instrumentos para acessar e retratar o PCK dos professores de ciências foram desenvolvidos por Loughran *et al.* (2004), sendo que o mais conhecido e utilizado é o CoRe, em que o professor precisa expressar as ideias centrais consideradas por ele (ou por um grupo de professores) a respeito de um determinado conteúdo específico (neste caso, Oxirredução). Para cada conteúdo, ele precisa decidir quais são as „grandes ideias“ relacionadas, depois deve refletir e responder às oito questões relacionadas àquelas ideias centrais sobre o conteúdo específico: 1. O que você quer que os estudantes aprendam com esta ideia? 2. Por que é importante para os estudantes aprenderem essa ideia? 3. O que mais você sabe sobre essa ideia? 4. Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino desta ideia? 5. Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre essa ideia? 6. Que outros fatores influem no ensino dessa ideia? 7. Que procedimentos/estratégias você emprega no ensino desta ideia? 8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre esta ideia?

Utilizando-se do CoRe e apoiado no referencial de Magnusson *et al.* (1999), o objetivo deste trabalho é analisar como a construção coletiva das orientações para o ensino de ciências de um grupo de licenciados recém-formados se relaciona com as orientações expressas individualmente.

Aspectos Metodológicos

A coleta de dados foi realizada em dois momentos distintos através do instrumento CoRe. Primeiramente, cada recém-formado construiu seu CoRe individualmente e, num segundo momento, os três sujeitos foram reunidos para construir o CoRe coletivo. Como resultado disso, obteve-se quatro Representações do Conteúdo de Oxirredução que compõe o *corpus* de análise deste trabalho.

A análise de conteúdo (BARDIN, 2003) foi a metodologia escolhida para trabalhar os dados desse *corpus*, com categorias definidas *a priori*, baseadas nos referenciais teóricos explicitados na introdução deste texto e com o apoio do software *ATLAS.ti* (MANUAL FOR ATLAS.TI, 2011). Para garantir que seja preservada a identidade dos sujeitos, os licenciados serão chamados de L1, L2 e L3.

Resultados e Discussão

Os três licenciados concluíram o curso de Licenciatura em Química, numa universidade pública do interior do Paraná, em 2011 e construíram os CoRes em meados de 2012. Os resultados serão apresentados e discutidos primeiramente para os dados do CoRe de cada um dos três licenciados e, em seguida, para as informações presentes no CoRe coletivo dos sujeitos. Assim, tanto para os dados individuais, como para os coletivos, serão apresentadas as categorias e alguns exemplos de trechos de falas incluídos nelas, bem como, exemplos da rede semântica¹ gerada pelo software utilizado.

¹ Na figura da rede semântica as linhas pontilhadas representam a ligação dos trechos de falas dos sujeitos com a categoria (ao centro). As linhas contínuas trazem as relações entre as falas dos sujeitos, com a indicação do tipo de relação entre os trechos. Cada quadro de fala tem a indicação de um conjunto de números criptografados pelo programa, por exemplo: [1:3] em que o primeiro número se refere ao sujeito de pesquisa – 1 é o licenciado L1- e o número depois dos dois pontos (3, neste caso) se refere ao trecho da fala do licenciado que foi utilizado. Para um mesmo sujeito podem aparecer mais trechos que se encaixem naquela categoria, por isso a indicação do numeral após os dois pontos é importante. Na primeira linha de cada quadro aparece o início de cada trecho considerado na análise, sendo que abaixo pode haver um

As categorias usadas nesta análise se referem à forma como os licenciados dizem orientar suas ações no processo de ensino-aprendizagem de ciências. Dentre as nove categorias apontadas por Magnusson *et al.* (1999) (tabela 1), apenas duas emergiram da representação de conteúdo feita pelos sujeitos da pesquisa: „Rigor Acadêmico” e „Processo”.

Os dados do CoRe apontam que L1 acredita que a aprendizagem do conteúdo de Oxirredução deva se dar por meio de uma orientação de ensino baseada no „Rigor acadêmico”, em que é primordial o entendimento das interações dos conceitos chave para a utilização em situações que exigem tal conhecimento, como expresso por ele: *“Para compreenderem que muitas reações e transformações ocorrem através do processo de transferência de elétrons”* (CoRe de L1). Ainda, na fala de L1, algumas dessas situações podem ser relacionadas ao cotidiano dos alunos: *“Para entenderem que existem metais reativos e outros mais nobres e que muitas reações na indústria ou no cotidiano ocorrem devido a essa característica”* (CoRe de L1). Algumas outras características reforçam a presença dessa orientação ao apresentar como objetivos fundamentais da aprendizagem do conhecimento de Oxirredução os conceitos químicos de natureza elétrica da matéria nas reações químicas e sua presença nos materiais, especificamente nos metais. O conteúdo de química está para entender a realidade presente no contexto dos alunos (metais são comuns no dia a dia dos estudantes), ou nas situações reais conhecidas por eles, como no caso das indústrias. Não traz necessariamente a articulação com outras áreas, o que indica a necessidade de ensinar este conteúdo para entender a química por si só, embora haja a relação com o cotidiano, o entendimento que o licenciado quer que seus alunos tenham é de que aquilo é química, como se quisesse defender um campo de conhecimento, demonstrando a relação entre determinados conceitos e os fenômenos reais.

Há uma menção relacionada à categoria „Processo”, no que tange à preocupação de L1 em fazer com que os estudantes integrem diferentes habilidades de pensamento, compreendendo o conhecimento de Oxirredução em seus diferentes níveis representacionais (macroscópico, submicroscópico e simbólico). L1 acredita que aprender ciências serve para a compreensão do conhecimento em si, de como se explicam os pormenores internos àquela área de conhecimento, como os conhecimentos se articulam e estão presentes no dia a dia do alunado. Ele deseja que os estudantes aprendam química para entender as situações cotidianas. O foco está na compreensão dos conhecimentos da química para entender situações reais em que esses conhecimentos estão presentes. O uso da experimentação é citado por L1 e a avaliação aparece relacionada a isso também.

Ao construir individualmente o CoRe, L2 apresenta características da orientação „Processo” ao propor que os estudantes compreendam diversos aspectos do conteúdo de oxirredução e os articulem para *“identificar nas reações os elementos que perdem e os que ganham elétrons identificando através do número de Nox”* e poder prever a *“ocorrência das reações de oxirredução”* (CoRe de L2). Ao propor que os alunos compreendam e articulem diversas ideias centrais do conteúdo de oxirredução, as habilidades de pensamento são priorizadas, assim como a integração destas habilidades para aprendizagem de um conhecimento maior.

O foco de L2 é a aprendizagem dos conceitos chave do conteúdo e sua articulação, valorizando a relação entre as ideias chave e de pensamentos para a compreensão do conhecimento de Oxirredução, o que também aparece em suas estratégias instrucionais e avaliativas, ao propor *“exercícios que busquem no aluno um raciocínio mais amplo, que envolvam várias fases desse conhecimento”* e ainda *“com exercícios (...) e oralidade, permitindo ao aluno (...) a explicação da ideia”* (CoRe de L2).

comentário do pesquisador a respeito daquela categorização (em itálico), e na terceira parte está colocada a fala completa enquadrada naquela categoria.

Ao analisar as respostas do CoRe de L3, pode-se apontar que a orientação geral que ele preconiza para o ensino de ciências se aproxima das duas categorias já mencionadas, „Rigor acadêmico“ e „Processo“. Em relação à primeira, principalmente por relacionar a importância do conhecimento científico para a compreensão dos fenômenos da ciência conhecidos pelos alunos, como explicitado no trecho seguinte: *“Para entenderem alguns fenômenos que eles observam no seu cotidiano e para ter uma base de conhecimento caso o aluno queira se aprofundar no assunto”* (CoRe de L3). Essa visão do „Rigor acadêmico“ é reforçada quando L3 expõe uma das estratégias que usa para desenvolver o conteúdo de oxirredução, *“Utilizar aulas experimentais para exemplificar o conteúdo que é trabalhado na sala de aula.”* (CoRe de L3). Em outros trechos do CoRe de L3 aparecem encaminhamentos mais relacionados à categoria „Processo“, ao apontar a importância dos conhecimentos para prever reações, no sentido do trabalho dos cientistas e ao explorar atividades *“para os alunos resolverem que envolva a compreensão do conteúdo e a interpretação do problema a ser resolvido”* (CoRe de L3) em que a capacidade de articulação das habilidades de pensamento é bastante exigida.

Resumindo o que já foi discutido acima, pode-se dizer que os sujeitos L1 e L3 orientam em menor intensidade o ensino de ciências como um „Processo“ em que o professor apresenta aos alunos o raciocínio empregado pelos cientistas para adquirir novos conhecimentos e os alunos participam em atividades que desenvolvem o processo de pensamento e habilidades de pensamento integradas. Já L2, apresenta unicamente esta orientação sobre o ensino-aprendizagem de ciências.

Na figura 1 está representada a rede semântica da categoria „Rigor Acadêmico“, com representação dos dados dos sujeitos L1 e L3. L2 não apresentou esta orientação para o ensino-aprendizagem do conceito de Oxirredução. Já L1, orienta sua ação enquanto professor basicamente por esta concepção, visto que apenas um trecho de sua fala foi alocado na categoria „Processo“. Já L3, se divide entre as duas categorias, ora se orientando pelo Processo, ora pelo Rigor Acadêmico, com leve predominância da segunda orientação.

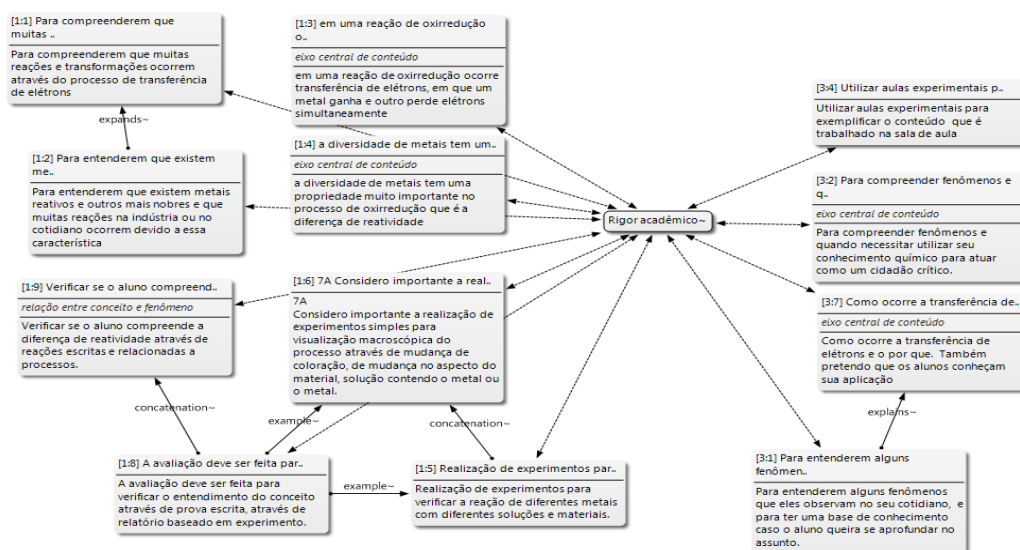


Figura 1: Rede semântica gerada pelo software *ATLAS.ti* para a categoria „Rigor Acadêmico“. Fonte: dados dos autores obtidos a partir dos CoRes individuais de cada recém-formado.

Ao construir um único CoRe, os três sujeitos se aproximaram da distribuição de L1 e L3, encadeando ideias relacionadas às duas categorias. Embora, seja possível perceber que as ideias que constam no CoRe coletivo e alocadas na categoria „Processo“ são muito semelhantes às apresentadas por L2. A ideia da previsão das reações químicas a partir da

articulação de conceitos de „Nox“, „Transferência de elétrons“ e „Reatividade dos metais“, a utilização de estratégias de ensino e de avaliação que exigem diferentes habilidades de pensamento são exemplos de que a construção foi coletiva, incluindo aspectos centrais de L2, mas exemplificados por questões apontadas nos CoRes individuais de L1 e L3. Situação semelhante acontece na categoria „Rigor Acadêmico“, embora com menor intensidade, em que os trechos do CoRe (figura 2) buscam basicamente a relação dos conceitos com os fenômenos conhecidos pelos alunos, relacionando o que L3 já havia enfatizado em seu CoRe individual: entender os acontecimentos cotidianos é compreender a relação entre o conhecimento científico e o fenômeno real.

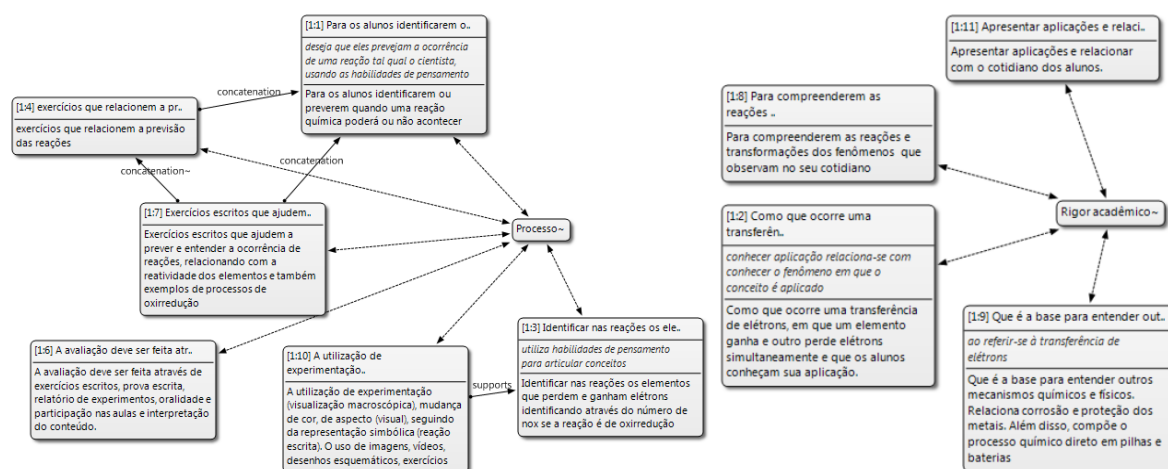


Figura 2: Rede semântica gerada pelo software ATLAS.ti para as categoria „Rigor Acadêmico“ e „Processo“. Fonte: dados dos autores obtidos a partir do CoRe coletivo dos sujeitos.

A construção coletiva do CoRe permitiu aos recém-formados englobar aspectos do conhecimento que não haviam sido contemplados em suas Representações de Conteúdo individuais e permitiu guiarem-se por mais de uma Orientação, ampliando o leque de possibilidades de formação oferecidas aos aprendizes. Por outro lado, mostrou que não houve incremento em nenhuma outra Orientação, limitando-se a repensar o que já fora exposto individualmente. Nesse sentido, a atividade de construção coletiva do CoRe foi válida para a troca de informações e discussão de ideias já presentes e não para a agregação de novas Orientações.

Considerações Finais

O espaço de troca de ideias que a construção coletiva do CoRe oportunizou foi bastante válido, por possibilitar a reflexão sobre „ensinar um conhecimento específico“ que não teria acontecido sem a discussão coletiva. Enquanto L1 apresentou poucas ideias relacionadas ao desenvolvimento de habilidades de pensamento no CoRe individual, L2 não considerou a importante relação dos conceitos científicos com os fenômenos cotidianos. Na construção coletiva as ideias parecem ter sido colocadas juntas, porém, articulando as estratégias instrucionais com os objetivos de ensino.

Este momento de troca coletiva a respeito da Representação de Conteúdo que os licenciados fizeram a respeito de um mesmo conteúdo só aconteceu depois de já terem concluído a graduação. Ressaltamos a importância de que este movimento de troca de entendimentos sobre o que e como ensinar deva acontecer ainda no processo de formação inicial, de modo a contribuir para o amadurecimento das estratégias de ensino e orientações teórico-práticas adotadas ao ensinar um conteúdo. Além de que, são poucos os momentos para refletir

coletivamente sobre o ensino de conteúdos específicos nos cursos de licenciatura, que ainda priorizam uma formação mais generalista e instrumental.

Referências

- ANDERSON, C.W.; SMITH, E. L. Teaching science. *In*: RICHARDSON-KOEHLER, V. (Ed.), **Educators handbook: A research perspective**. New York:Longman, p. 84-111, 1987.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2003.
- CARLSEN, W. S. Domains of teacher knowledge. *In*: LEDERMAN, N. G.; GESS-NEWSOME, J. (Eds.), **Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer, p. 33-44, 1999.
- COCHRAN, K.F.; DERUITER, J.A.; KING, R.A. Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. **Journal of Teacher Education**, 44, p.263-272, 1993
- ELBAZ, F. **Teacher Thinking: A study of practical knowledge**. London: Croom Helm, 1983.
- GROSSMAN, P.L. **The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education**. New York: Teachers College Press, 1990.
- LEINHARDT, G.; SMITH, D. Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. **Journal of educational Psychology**, v. 77, n.3, p. 247-271. 1985.
- LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In search of pedagogical content knowledge in science: developing ways of articulating and documenting Professional practice. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 41, n. 4, p. 370-391, 2004.
- MAGNUSSON, S.; KRAJICK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. *In*: LEDERMAN, N. G.; GESS-NEWSOME, J. (Eds.), **Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education**, p. 95-132. Dordrecht, Netherlands: Kluwer: 1999.
- MANUAL FOR ATLAS/Ti 6.0. Berlin: **Scientific Software Development**, 2011.
- SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, vol. 57, n. 1, p.1-21, 1987.
- WILSON, S; SHULMAN, L. S.; RICHERT, A. E. 150 ways of knowing: Representations of knowledge in teaching. *In*: CALDERHEAD, J. (Ed.). **Exploring teachers' thinking**, p.104-124. Grã-Bretanha: Cassel Educational Limited, 1987.