

Reflexões acerca da contextualização e das situações investigativas no Ensino de Química com base na Teoria dos Campos Conceituais

Marcelo Gouveia Nascimento(PG)*, Marco Antonio Bueno Filho (PQ)

* marcelo.gouveia@ufabc.edu.br

Pós-Graduação em Ensino, História e Filosofia da Ciências e Matemática; PECQ – Pesquisa em Conceitualização Química e Educação Científica; UFABC - Universidade Federal do ABC. Avenida dos Estados, 5001. Bairro Bangu. Santo André - SP - Brasil . CEP 09.210-580.

Palavras-Chave: Contextualização, Química Verde, Teoria dos Campos Conceituais.

Resumo: O ensino de conceitos químicos em todos os níveis educacionais, frequentemente, é tido como de difícil cognição. Algumas produções recentes apontam que tal fato se deve à discrepância dos conteúdos abordados com o contexto em sala de aula. Neste trabalho, pretendemos somar a esta discussão a Teoria dos Campos Conceituais proposta por Gérard Vergnaud (1990). Nesta direção, propomos o uso de problemas abertos e contextualizados, no caso em questão o uso da Química de um modo ambientalmente responsável para alunos de graduação. Nesse sentido, com base nos preceitos de Vergnaud, demonstramos que se trata de uma estratégia potencial para o desenvolvimento de conceitos relativos ao campo da representação química, dos mecanismos de reações orgânicas e da Química Verde.

INTRODUÇÃO

A proposta central deste trabalho é apresentar um possível referencial para contextualização no ensino de Química, norteado pela Teoria dos Campos Conceituais de Gerárd Vergnaud (2009, 1990).

Sob o enfoque da contextualização, assistimos a um crescente número de artigos referentes ao ensino de Química, que tem por objetivo aproximar os assuntos discutidos em sala com a realidade dos estudantes (SANTOS; SCHNETZLER, 1997). Embora propostas de ensino que valorizem situações cotidianas sejam de grande valia, faz sentido considerar a construção de conhecimentos científicos e, em nosso caso, conceitos de natureza química, a partir das ações vivenciadas pelo aluno. A contextualização do ensino não impede que o aluno construa em profundidade conceitos principalmente se tal ocorrer não só via evocação de fatos, fórmulas ou dados, mas também pela atribuição de significados e pela constante busca de relação entre conceitos (CHASSOT, 1993).

A busca pela relação ao contexto no ensino de Química baseia-se não apenas em novas propostas no cenário educacional e cunho ideológico de autores, mas também pelas orientações curriculares oficiais. Em documentos oficiais do ensino Brasileiro, a contextualização aparece intimamente ligada à formação de conceitos e de competências, aqui compreendido como a capacidade de um indivíduo de agir em situações, bem como de resignificá-los em novos contextos.

Um conhecimento só é pleno se for mobilizado em situações diferentes daquelas que serviram para lhe dar origem. Para que sejam transferíveis a novas situações e generalizadas, os conhecimentos devem ser descontextualizados, para serem novamente contextualizados em outras situações (BRASIL, 1998).

Não raro, o ensino de conceitos químicos em cursos de graduação ou na Educação Básica, é tido como de difícil cognição. Zanon e Palharini (1995) atribuem tal fato à discrepância dos conteúdos abordados com o contexto. Cabe ressaltar que, embora existam na literatura relatos que abordem a contextualização no ensino de Química (ALMEIDA, 2008; RINALDI, 2007; SÁ, 2008; UHMANN, 2006), não encontramos estudos que a relacionem aos preceitos da Psicologia Cognitiva. De acordo com Brosseau (1996), a contextualização deve conduzir o aluno a responder as situações propostas e propiciar a construção de um conhecimento aplicado a outras situações. Tal ideia encontra consonância em Vergnaud (2009) que defende o desenvolvimento de competências e de esquemas na resolução de tarefas, como papel fundamental na educação.

ALGUNS ASPECTOS DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Assim como as propostas de Piaget e de Vygotsky, a Teoria dos Campos Conceituais trata do desenvolvimento cognitivo (VERGNAUD, 2009). O processo cognitivo não é concebido somente como o responsável pelo funcionamento de uma pessoa frente a situações, mas também por organizar e estabelecer relações conceituais durante as atividades. Como decorrência, Vergnaud (2008) propõe que boa parte de nosso conhecimento é constituído por competências indissociáveis de um conteúdo conceitual. Neste sentido, as operações do pensamento seriam, então, guiadas por hipóteses, por comparações e por metáforas diretamente vinculadas ao conjunto de conceitos envolvidos na resolução de um dado problema (VERGNAUD,

2009; MOREIRA, 2002). Além disso, as competências estariam não só organizadas em uma ordem linear, mas também entrelaçadas entre si (MOREIRA, 2002).

O vínculo estabelecido entre o sujeito e a situação requer determinadas formas de conduta guiadas por representações internas. É interessante notar que o arcabouço teórico, proposto por Vergnaud, apoia-se sobre o conceito piagetiano de esquema¹ como meio de torná-lo operacional. Para Vergnaud os esquemas são acessíveis ao sujeito, atuando como organizadores efetivos do pensamento e do agir conscientes (VERGNAUD, 2003 apud BRONCKART, 2007). Os esquemas, então, figurariam como as formas de conduta que, impregnados de conteúdo conceitual, caracterizariam a ação de um sujeito frente a uma classe de situações, atuando como principal estruturador do pensamento humano (BRONCKART, 2007).

Vergnaud (1996) identifica quatro componentes que compõe um esquema:

1. Metas e antecipações, já que um esquema sempre está orientado em direção à resolução de uma classe de situações;
2. Regras de ação do tipo se-então-portanto, responsáveis pelo controle da sequência de ações;
3. Invariantes operatórios (*teoremas-em-ação* e *conceitos-em-ação*)², que dirigem o reconhecimento dos conteúdos pertinentes à situação;
4. Possibilidades de inferência, tendo como pano de fundo as regras, informações e os invariantes operatórios dos quais dispõe o sujeito.

Sob a influência do enfoque piagetiano, Vergnaud (2009) concebe o desenvolvimento como uma adaptação, porém não em termos de resposta/estímulo tampouco do par sujeito/objeto. Para ele, trata-se da adaptação das formas de organização da atividade, dos esquemas, os quais se adaptariam às situações. Como decorrência, é proposto o par esquema/situação como instrumento para viabilizar a descrição e a análise do comportamento.

Adotando a metáfora da aprendizagem como adaptação, sem desestabilização não haveria razão para aprender (VERGNAUD, 2009). Decorre, então, que um dos papéis fundamentais da educação seria, justamente, o de desenvolver um vasto

¹ Indica atividades operacionais. Assim, um esquema representa aquilo que pode ser repetido e generalizado numa ação. Por outro lado, Piaget (1975) também utiliza termo *schema* para designar uma imagem simplificada, como a representação de um mapa de uma cidade.

² Um teorema-em-ação é uma proposição considerada como verdadeira ou falsa sobre o real enquanto um conceito-em-ação é uma categoria do pensamento considerada como pertinente ou não pertinente (VERGNAUD, 1996).

repertório de esquemas nos alunos, mediante a escolha de situações desestabilizadoras e que podem ser pautadas pela contextualização do ensino.

Para Vergnaud (1991) um problema teórico essencial ao estudo da conceituação consiste em analisar os significantes verbais e não-verbais que dão ao conceito sua característica pública, com o objetivo de identificar as proposições implícitas, denominadas de maneira global como invariantes operatórios. Estes figurariam, então, como o cerne conceitual subjacente às ações referentes a uma situação e seriam passíveis de categorização em *teoremas-em-ação* e *conceitos-em-ação*. São estes elementos conceituais que fazem a articulação essencial entre teoria e prática, pois a percepção, a busca e a seleção de informações baseiam-se inteiramente neles enquanto disponíveis para o sujeito e subjacentes à sua conduta (VERGNAUD, 1996; MOREIRA, 2002).

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS COMO INGREDIENTE NO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

A experimentação no ensino como prática construtiva e efetiva na aquisição do conhecimento por parte dos estudantes é um tema recorrente na pesquisa em Ensino de Ciências dos últimos anos. De fato, o ensino de ciências requer constante relação entre a teoria e prática, entre o conhecimento científico e o senso comum. Estas articulações são de extrema importância, uma vez que as disciplinas de natureza científica encontram-se subentendidas como uma ciência experimental, articuladas a pressupostos teóricos e assim, a ideia da realização de experimentos é difundida como estratégia didática para seu ensino e aprendizagem.

Qualquer tentativa pedagógica que requeira presença ativa dos estudantes está de acordo com a crença de que alunos aprendem melhor pela experiência direta e em consonância com ideais de Vergnaud, que afirma a necessidade de estudar as operações cognitivas do sujeito em ação. No entanto, cabe enfatizar que o trabalho prático não ocorre exclusivamente em laboratório, porém, o trabalho em bancada poderia ser compreendido como um subconjunto do trabalho prático e realizar experimentações, um subconjunto do trabalho em laboratório (HODSON, 1988).

O planejamento de experimentos caracterizados por situações-problema na acepção de Gil-Pérez et al. (1999) também coaduna com a aprendizagem de conceitos científicos. A atividade experimental pode ter um caráter indutivo e nesse caso, o aluno

pode controlar variáveis e descobrir ou redescobrir relações funcionais entre elas. Pode também ter um caráter dedutivo quando eles têm a oportunidade de trabalhar o que foi dito na teoria, porém a criação de atividades bem planejadas facilita a compreensão da produção do conhecimento em Ciências. Contudo a proposição de problemas de investigação genuínos via questões abertas em investigações dirigidas, quais sejam em bancada ou em papel e lápis, ocupa para Gil-Pérez et al. (1999) lugar central no ensino experimental. Gil Pérez elenca os elementos que compõe estratégias de ensino para uma aprendizagem baseada em investigação dirigida, tal proposta valoriza o emprego de situações-problemas atrelado a um estudo qualitativo, orientação do tratamento científico e propicia a repetição de novos conhecimentos em uma variedade de situações.

No entanto, uma proposta efetiva e atrativa no Ensino de Química, pode ser dada a partir da contextualização de situações experimentais, uma vez que determinada ação demanda respostas cognitivas do alunado (Vergnaud, 1990), favorecendo a ação docente na construção de conceitos químicos com rigorosidade científica.

O método de estudo de casos é uma das variantes do método de Aprendizagem Baseada em Problemas, PBL³, e que possui estreita consonância com a proposta de experimentação investigativa. De modo geral, os estudantes devem cumprir algumas etapas básicas como a identificação e definição do problema, acesso, avaliação e uso de informações necessárias à resolução do problema e a apresentação da solução do problema (Herreid, 2003), assim, cabe ao aluno acionar um repertório de esquemas e de invariantes operatórios para resolução de dada situação inconclusa.

ENSINO DE PRECEITOS DA QUÍMICA VERDE E DE SÍNTESE ORGÂNICA: UMA INVESTIGAÇÃO EM PAPEL E LÁPIS

Na acepção de Tozoni-Reis (2006), temas geradores servem ao processo de codificação-descodificação e problematização em dada situação. Eles permitem concretizar o esforço de entendimento da realidade vivida e dos conceitos químicos, para alcançar um nível mais crítico de conhecimento dessa realidade. Freire (1987) afirma que temas geradores não se encontram nos homens isolados do mundo, nem tampouco na realidade separada dos seres humanos. No entanto, documentos oficiais

³ Do inglês: *problem-based learning*, PBL.

de ensino apontam os temas geradores, com fundamental importância no ensino de Química:

Uma maneira de selecionar e organizar os conteúdos a serem ensinados é pelos temas estruturadores, que permitem o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos de forma articulada, em torno de um eixo central com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e procedimentos próprios (BRASIL, 2002).

Atrelado a Teoria dos Campos Conceituais, abaixo, apresentamos um esquema incluindo temas geradores e situações inconclusas, na qual a tomada de conduta, ativação dos esquemas e invariantes operatórios, em consonância, resolve a tarefa e desenvolve competências nos estudantes.

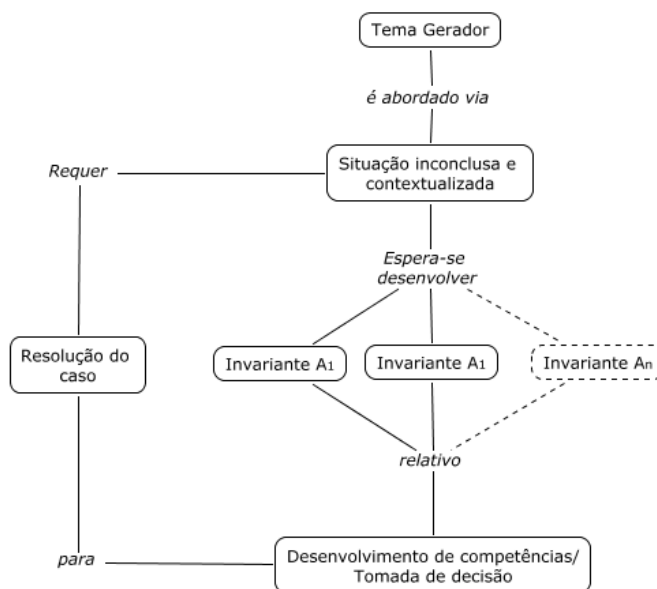
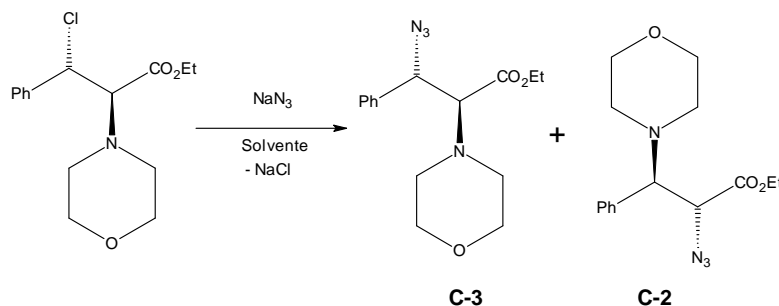


Figura 1: Delineamento da proposta

Por razões ambientais, a pesquisa em síntese orgânica bem como o setor industrial têm buscado alternativas com vistas a minimizar a emissão de efluentes bem como obter produtos desejados em rendimento satisfatório e toxicidade inferior (DUPONT, 2000). Neste sentido, consideramos atrativo abordar como tema gerador a Química Verde, tal como exemplificado no caso inconcluso da Figura 2. Este caso foi elaborado com base nos dados compilados por Kolb et. al. (2001).

Uma indústria farmacêutica enfrenta sérios problemas referentes à formação de subprodutos durante a produção de alguns intermediários sintéticos. Para evitar gastos em sua produção e sanções por órgãos responsáveis pela fiscalização ambiental, o líder de laboratório solicitou que os consultores esquematizassem uma solução que valorizasse a obtenção de produtos com pureza e economia atômica satisfatória. A reação em questão foi a seguinte:



Solvente	T [°C]	T [h]	Rendimento [%]	A:B
CH ₃ CN	60	12	85	60:40
EtOH/H ₂ O (4/1)	60	12	87	88:12
EtOH/H ₂ O (1/4)	60	6	92	93:7
H ₂ O	60	6	>99	95:5

Quando determinado derivado morfólico betaclorado sofre reação com azoteto de sódio em solvente usado pela empresa, há maior produção do composto classificado como C-2, que desfavorece a produção, uma vez que dado subproduto não representa o intermediário desejado.

Embora esta síntese tenha sido efetuada sobre diversas condições experimentais, a equipe de consultares tem dúvidas sobre os porquês dos resultados alcançados. Você, como estudante de Química, ajudará a equipe de consultores desta empresa a explicar este caso. Leve em conta os possíveis mecanismos pelos quais esta transformação química poderia ocorrer e quaisquer outros fatores que julgar adequado.

Figura 2: Um caso inconcluso envolvendo preceitos da Química Verde.

A resolução deste caso demanda um rico arcabouço de conceitos em Química Orgânica. Neste sentido, espera-se que o aluno conceba um mecanismo onde o elemento fundamental de um intermediário cíclico, no caso um íon aziridínio, cuja abertura regioselectiva pelo nucleófilo, íon azoteto, é dependente da polaridade do solvente, conforme mostrado na figura 3.

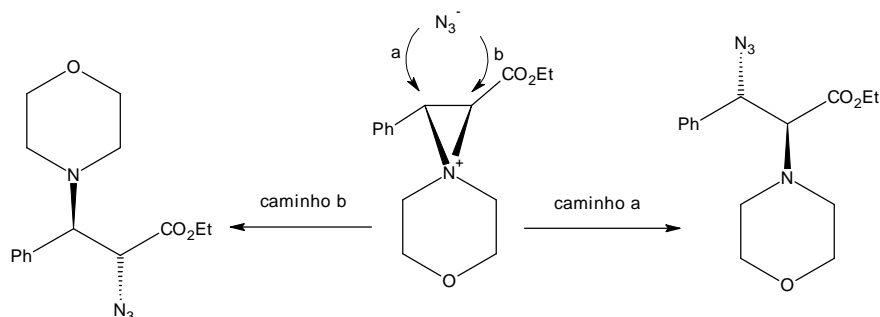


Figura 3: Intermediário de reação e formação de produtos

No que tange o conceito de economia atômica, tal expressão foi formulada na década de 1990 por Trost (1995) e Sheldon (1996) evidenciando a importância de uma Química limpa, dentro do conceito de mínima agressão ao meio ambiente.

Economia atômica exprime quanto dos reagentes foi incorporado ao produto, segundo a estequiometria da reação, uma vez que a incorporação total dos reagentes ao produto resulta a não formação de rejeitos. Como exemplo, as reações de Diels-Alder apresentam elevada economia atômica e, na maioria das vezes, sem formação de subprodutos (SILVA, 1999). É, portanto um parâmetro teórico, que não leva em consideração o rendimento da reação ou a presença de outras substâncias ou impurezas além dos reagentes, tanto durante a reação quanto na etapa de purificação do produto. O cálculo é feito dividindo a massa molecular do produto desejado pela soma das substâncias produzidas:

$$\%E.Atômica = \frac{M.M. \text{ do produto desejado}}{\sum M.M. \text{ das substâncias produzidas}}$$

IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E POSSÍVEIS DESDOBRAMENTOS

No que tange a demanda cognitiva envolvida durante a resolução da situação investigativa, podemos compreendê-la conforme o modelo mostrado na Figura 4.

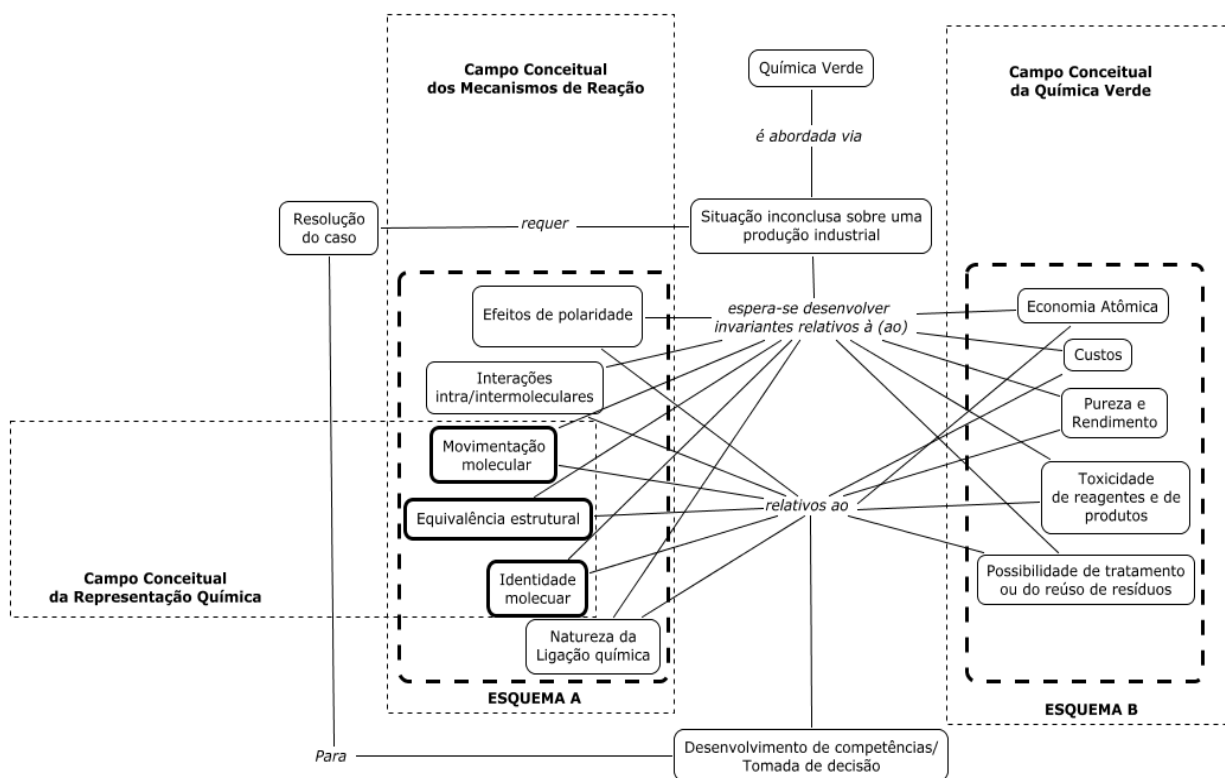


Figura 4: Possíveis invariantes operatórios e diálogos com distintos campos conceituais.

A situação proposta apresenta consonância com campos conceituais de naturezas distintas, quais sejam, representação Química, mecanismos de reação e conceitos sobre Química verde para efetiva resolução do problema aberto. Assim, os ideais de Vergnaud são validados e encontram-se entrelaçados durante a aquisição e tomada de conduta do sujeito.

No que tange o campo conceitual da representação, os invariantes operatórios *Movimentação molecular*, *Equivalência estrutural* e *Identidade molecular* já foram determinados em uma investigação acerca da conceituação envolvendo situações que valorizavam a conceituação sobre a estereoquímica em compostos orgânicos (Bueno Filho, 2010). A sobreposição entre campos conceituais fica evidente mediante esses três invariantes, afinal, são necessários tanto para a conceituação no campo da representação química quanto dos mecanismos de reação.

No Esquema A, classificado como *uso de mecanismos para fazer previsões* os invariantes esperados na resolução do caso são os conceitos sobre efeitos de polaridade, interações intramoleculares e intermoleculares, movimentação molecular, equivalência estrutural e natureza da ligação, favorecendo desenvolvimento de rico arcabouço de conceitos para trabalho em diversas situações. O Esquema B exige entrelaçar conceitos com o esquema anterior, classificado como *tomada de decisões*. Os invariantes esperados para resolução do caso são conceitos acerca de economia atômica, custos, pureza e rendimento, toxicidade de reagentes e de produtos e a possibilidade de tratamento ou do reuso de resíduos

Cabe ressaltar que os estes esquemas podem ser classificados como Habilidades Cognitivas de Alta Ordem (HOCS)⁴ ZOLLER (2002), pois envolvem resolução quantitativa e questões conceituais referentes a situações não familiares ao estudante. No entanto, tais resoluções frequentemente requerem capacidade de análise e de síntese, não sendo possível ao estudante um posicionamento via estratégias de natureza meramente algorítmicas. Segundo Zoller (2002) questões que requerem um simples reconhecimento de informações ou a aplicação de teorias ou de conhecimentos referente às situações familiares ao estudante, caracteriza-se como Habilidade Cognitiva de Baixa Ordem (LOCS)⁵, uma vez que determinada decisão acerca da situação não resolve um problema ou uma situação aberta bem elaborada.

⁴ Do inglês: Higher-order cognitive skills (HOCS)

⁵ Do inglês: Lower-order cognitive skills (LOCS).

Em análise na literatura, não encontramos referências que confirmam a consonância entre habilidades de Alta e Baixa Ordem na resolução de situações abertas. No entanto, é muito provável que o sujeito que ative um único invariante de Baixa ou de Alta Ordem Cognitiva não consiga resolver determinada situação, exigindo assim, pesquisa sobre este tópico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Rodrigo Luiz Oliveira Rodrigues Cunha e ao CNPq pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.C.S.; SILVA, M.F.C.; LIMA, J.P.; SILVA, M.L.; BRAGA, C.F. e BRASILINO, M.G.A. Contextualização do ensino de química: motivando alunos de ensino médio. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO, 10, 2008, João Pessoa.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais - Matemática: Ensino de quinta a oitava séries / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC/SEF, 1998. 148p.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRONCKART, J.-P. De l'activité collective à l'action et à la pensée individuelles. In: MERRI, M. (Ed.). *Activité humaine et conceptualisation* - Questions à Gérard Vergnaud. Toulouse: Presses Universitaires du Mirail, p. 121–141, 2007.
- BROUSSEAU, G. Os diferentes papéis do professor. In. PARRA, C; C, Saiz, 1. et al. *Didática da Matemática; reflexões psicopedagógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- BUENO FILHO, M. A. *Conhecimento estereoquímico na acepção da teoria dos campos conceituais*. (Doutorado) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A.; GRINGS, E. T. de O. Uma proposta didática para abordar o conceito de temperatura a partir de situações, à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 1, 2008.
- CHASSOT, A.I . *Catalisando transformações na educação*. Ijuí:Unijuí, 1993.
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17ª Edição, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

- GIL-PÉREZ, D.; FURIÓ MÁ, C.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M.; CARVALHO, A. P. Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.
- HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. *Educational Philosophy and Theory*, n. 20, p. 53-66, 1988.
- HERREID, C.F. The Death of problem-based learning? *Journal of College Science Teaching*, 32, 6, jan 2003.
- KOLB, H. C.; Finn, M. G.; Sharpless, K. B.; “Click chemistry: Diverse chemical function from a few good reactions”; *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2001, 40 (11), 2004-2021.
- MOREIRA, M. A. A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em ensino de ciências* , v. 7, n. 1, 2002.
- PIAGET, J. A relação entre sujeito e objeto. In: CARMICHEL, L. (Ed.). *Manual de psicologia da criança*. São Paulo: EPU, v. 4, p. 71–76, 1975.
- RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L.L.; ROSSI, A.V. e SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. *Química Nova*, v. 30, n. 5, p. 1374-1380, 2007.
- SÁ, H.C.A. e SILVA, R.R. Contextualização e interdisciplinaridade: concepções de professores no ensino de gases In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA – ENEQ, 14, Curitiba, 2008. Anais... Curitiba, 2008.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: compromisso com a cidadania. Ijuí: INIJUÍ, 1997.
- SHELDON, R. A.; *J. Mol. Catal. A: Chem.* 1996, 107, 75.
- SILVA, C. R. S. & MATTOS, R. C. O. C., 1999. *Avaliação da Exposição ao Chumbo de Trabalhadores de Fábricas e Reformadoras de Baterias e das Populações Circunvizinhas no Rio de Janeiro*. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.
- TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. *Educar*, Paraná, Curitiba, Editora UFPR, n. 27, p. 93-110, 2006.

- TROST, B. M.; *Angew. Chem., Int. Ed.*; 1995, 34, 259.
- UHMANN, R.I.M. e MALDANER, O.A. Aprendizagem significativa de conceitos químicos na contextualização ligado ao reaproveitamento de resíduos sólidos: um ensino diferenciado. In: Fórum internacional integrado de cidadania da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Santo Ângelo, 2006.
- VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. *Reserches en Didactique des Mathématiques* , v. 23, p. 133-170, 1990.
- VERGNAUD, G. Algunas ideas fundamentales de piaget en torno de la didactica. *Perspectivas*, v. 26, n. 1, p. 195–207, 1996.
- VERGNAUD, G. Qu'est-ce que la pensée? les compétences complexes dans l'éducation et Le travail. In: *Actes du colloque de suresnes*. Suresnes: CD-ROM, 2003.
- VERGNAUD, G. A teoria dos campos conceituais. In: IV Fórum Social Pelas Aprendizagens. Porto Alegre: UFRGS, 2008. (comunicação oral).
- VERGNAUD, G. The Theory of Conceptual Fields. *Human Development* , v. 52, n. 2, p. 83-94, 2009.
- ZANON, Lenir Basso e PALHARINI, Eliane Mai. A Química no Ensino Fundamental de Ciências. *Química Nova na Escola*, n.2, p. 15-18, 1995.
- ZOLLER, U., DORI Y.; LUBEZKY, A. Algorithmic and LOCS and. HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. *International Journal of Science Education*. v.24, n. 2, p.185-203, 2002.