

Pluralismo das Identidades e imagens da Química: Problema ou solução para o ensino e pesquisa em química?

Marcos Antonio Pinto Ribeiro (PQ), Wallace Torres e Silva (IC), Lucival Santos Oliveira (IC), Marcos Souza (IC), Débora Almeida (IC), Layna Meira Santos (IC).

wallacequimica@hotmail.com.

Palavras-Chave: identidade da química, currículo, imagem científica e manifesta

Resumo

Existe uma pluralidade de imagens e identidades da química, tanto popular quanto científica, tanto entre estudantes do público leigo, bem como de pesquisadores e filósofos da química. O problema dessa pluralidade se amplia pela falta de consenso. Esse problema é, paradoxalmente central, mas pouco estudado na educação química. É nuclear porque gera uma falta de inteligibilidade e compreensibilidade e interfere nos critérios de seleção e organização, necessários para organizar o ensino e a pesquisa. Nesse trabalho apontamos alguns fatores que consideramos decisivos para esse problema através de uma variedade de estudos para identificar como a imagem e identidade da química são veiculadas entre as diversas instâncias da produção e comunicação do conhecimento químico.

Introdução

A razão de existir formalmente um curso de química institucionalizado no currículo escolar, pelo menos desde o século XIX, é fruto de uma crença, pelo menos, implícita que existe uma especificidade, identidade e uma imagem científica da química estabilizada e consensuada, bem como necessária de ser transmitida, ou seja, é um conhecimento socialmente relevante, importante na formação cidadã, bem como na profissional e intelectual. O problema da identidade e da imagem científica e popular da química, é então um problema fundamental.

Em função de ser um campo com suas especificidades, tem autonomia e independência frente aos demais campos do conhecimento. Com o passar do tempo, além da práxis habitual do campo, criam-se estereótipos e imagens sobre esse campo. Todos esses fatores são importantes na produção e reprodução do discurso químico, tanto científico, quanto pedagógico. O caráter fundamental desse problema refere-se ao fato de que a identidade e a imagem científica e pública de uma disciplina, define ou orienta o interesse, a motivação e a práxis científica e pedagógica. Particularmente no contexto pedagógico, define critérios de seleção e organização, necessários para organizar o discurso pedagógico.

Queiramos ou não, refletidas ou não, ensinamos conteúdos e visões estabilizadas, na tradição e na práxis social. Uma forma de compreender essa práxis é verificar as imagens, identidades e objetivos que o campo se refere. Quanto maior o consenso sobre o campo, mais definido é o status epistemológico, e menos esforço existe para transmitir e comunicar esse conhecimento. Do contrário, quanto menos consenso existe, maior é o esforço e menos clara é a transmissão e reprodução do campo.

Ai então, encontramos um problema fundamental do ensino de química, muito pouco avaliado: a pluralidade de imagens, identidades e objetivos da química, geram, em cascatas outros problemas em todo o aparelho pedagógico da química. Pensamos

que a comunidade de educadores em química têm se atentado a esses problemas, que apesar de importantes, não fundamentais, e por não serem fundamentais, não têm poder de transformação e revolução. Propomos aqui, e apenas iniciamos a estudar, um problema fundamental, a pluralidade de imagens e identidade da química. Defendemos que ao compreendermos claramente esse problema poderemos propor intervenções também claras.

Metodologia

Esse trabalho é de caráter qualitativo e busca uma sincronia entre diversas pesquisas que estamos a realizar em torno da identidade e imagem da química. Busca inicialmente fazer um mapeamento acerca da identidade e imagens da química nas diversas instancias da produção do conhecimento químico. Nossa pesquisa tem o caráter da Grounded Theory (GASQUE, 2007) apesar de não seguir completamente seu canône. Objetiva assim chegar a uma compreensão teórica sobre o tema. Nesse tipo de pesquisa o percurso legitima e requisita os instrumentos metodológicos e instrumentos de pesquisa. Para esta pesquisa utilizamos como instrumento de coleta de dados questionários, entrevistas e grupos focais entre os próprios integrantes do grupo de estudos. Após a coleta de dados via questionário e entrevistas, submetemos ao grupo para discussão, análise e categorização.

No presente trabalho, que não pretende ser conclusivo, mostramos nossas principais construções teóricas. Inicialmente mostramos os diversos estereótipos da química. Depois analisamos a imagem pública da química, os objetivos científicos e a imagem científica da química para um grupo de formando. Essas pesquisas ainda não nos permitem generalizações, mas permite encontrar indícios importantes.

Resultados e discussões

Estereótipos da química: máximas populares sobre a química

Na lista abaixo retiramos alguns estereótipos populares que são referidos a estudantes de química. A lista a seguir foi conseguida por relatos orais de diversos estudantes de química.

Rapaz você faz química? Hum, Hum, deus é mais, você deve ser inteligente!!! Tu faz Química? Creio em Deus! Você já aprendeu a fazer bomba! Você é doido!! logo Química!!! É corajoso, fazer química!!! Para fazer Química deve ser muito inteligente!!!! Você que fica jogando veneno na água!!! Faz química é !!! Dou valor!!

Nos estereótipos identificamos que a imagem popular da química é de uma ciência hermética, fechada e difícil. Isso mostra que entre a população leiga, o status epistemológico da química é mal definido.

A imagem pública e científica da química

A imagem pública é um campo de estudo sobre as representações sociais sobre esse campo. Uma importância central de seu estudo é que a imagem pública de uma ciência é parcialmente definidora do interesse profissional dos jovens. Por exemplo, a disciplina filosofia da química foi parcialmente construída para fazer frente a imagem negativa da química na sociedade europeia. O custo do desinteresse pela profissão de químico é o ônus que as sociedades não podem arcar.

Esse é um campo de estudo pouco explorado no contexto da educação química. No contexto da filosofia da química, a revista HYLE dedicou três números, o que indica sua importância. Um dos principais autores nessa temática pode citar o trabalho de Chamizo. Para o autor, como uma ciência que caminha lado a lado com a economia e a qualidade de vida a imagem pública adquiriu ao longo dos anos duas vertentes, uma positiva e uma negativa (CHAMIZO, 2007, 2010). A imagem negativa da química compromete a aceitação dessa ciência pela comunidade escolar e pela comunidade em geral. Uma imagem positiva que se revela por ser uma ciência interdisciplinar, centrada na profissão, ciência útil e ciência central, e uma imagem negativa por ser considerada de hostilidade pública, ciência poluidora, ciência isolada.

Para Chamizo (2010) “a química atual é herdeira de uma grande quantidade de ações e tradições que influenciaram a vida cotidiana de várias culturas. Logo é importante registrar que a imagem atual da química foi formada ao longo da história e que os químicos desempenham papel fundamental na sua criação.” Logo, para contribuir com a imagem positiva da química se faz necessário uma eficiente “divulgação científica”. Entretanto, a comunicação da química é dificultada, pois possui uma linguagem específica e muitas vezes hermética.

Os principais responsáveis pela imagem que a química possui são os protagonistas da sua história. Um fator preponderante que devemos destacar é a divulgação científica e a sua importância para o esclarecimento sobre o que é química e a sua importância. É a comunicação entre químicos e não químicos. É de responsabilidade dos químicos divulgar textos acerca da química para que não haja equívocos e a informação não seja transmitida de forma errônea.

Faz-se necessário um determinado marketing a respeito da química para que outras ciências não levem os louros de grandes descobertas que são realizadas utilizando a química como ferramenta. Portanto, a imagem que a química possui atualmente para Chamizo é que a química atual é herdeira de uma grande quantidade de ações e tradições que influenciaram a vida cotidiana de várias culturas. Logo, é importante registrar que a imagem atual da química foi formada ao longo da história e que os químicos desempenham papel fundamental na sua criação.

Desde a mais remota antiguidade e em particular a partir da idade média, a preparação de medicamentos, a fabricação de sabões, pigmentos, vidros, materiais cerâmicos e explosivos, e a extração de metais foram atividades práticas distantes da reflexão filosófica e realizada em torno de mercados e lugares públicos. (CHAMIZO, 2010).

Chamizo (2010) sistematiza a imagem pública da química em cinco grandes revoluções que ocorreram com um intervalo de vinte anos cada uma. Entre o século XVII e o século XX. A revolução industrial foi também uma grande vitrine das possibilidades e potencialidades que a química possui quanto a sua aplicabilidade. Nos dias atuais o esclarecimento acerca da química como ciência central, facilita a compreensão sobre seu poder de transformação tanto em prol de benefícios para a sociedade como malefícios, se usada de maneira irresponsável e descuidada, tanto para a natureza quanto para a saúde.

Pluralidade das identidades químicas para filósofos da química

A descrição abaixo foi retirada, principalmente, dos artigos de filosofia da química disponível nas revistas HYLE e Foundations of Chemistry, duas revistas principais sobre filosofia da química. Em cada artigo identificamos como a química é caracterizada. Não é uma descrição exaustiva, mas pensamos que é possível

estabilizar uma primeira aproximação das diversas identidades da química. Esse mapeamento nos permite identificar a pluralidade de caracterizações, imagens e identidades da química.

Essas várias identidades químicas problematizam diferentes orientações de ensino e organização curricular. Todas essas organizações estão presentes no currículo com maior ou menor nível de legitimidade.

Tabela 1 - Caracterizações da química

Caracterização	Autores
Arte combinatorial	Laszlo (1997, 2012); Tomasi (1999); Hoffman (1993)
Ciência central	Scerri (2000); Kemsley (2009); Tontini (1999); Rocke (1993); Sjöström (2007); Balaban et al., (2006)
Ciência criativa	Benfey (2000); Lefreve (2011); Laszlo (2000, 2012); Sjöström (2007); Tontini (1999); Hoffmann (1993, 2003, 2007)
Ciência classificatória	Bourdieu (2004); Scerri (2000, 2006, 2007); Soukup (2005, p. 804) Schummer, (1997, 2006); Kaya; Erduran (2012); Tontini, (1999); Lefreve (2011); Vihalemm (2007); Klein (2012)
Ciência diagramática	Goodwin (2008); Tontini (1999); Woody; Glymour (2000); Klein (2001); Seibert (2001)
Ciência das moléculas	Laszlo (2012); Del Re (1998); Kovac (2002); Schummer (1998); Cerruti (1998); Bensaude-Vincent (2009)
Ciência Real	Nordamann (2006); Tomasi (1999); Lefreve (2011)
Ciência das relações peculiares	(SOUKUP, 2005); Bernal; Daza (2010); Schummer (1997, 1997)
Ciência de serviço	Tomasi (1999)
Ciência útil	Tomasi (1999); Morris (2006); Tomasi (1999); Lefreve (2011)
Das substâncias e dos processos	Jacob (2001); Lefreve (2011); Van Brakel (1997, 2006); Schummer (1997a, b, c, 1998); Laszlo (2012); Wiberg (2004); Tontini (1999); Psarros (1998); Stein (2004)
Análise e síntese	Laszlo (2012); Lefreve (2011); Chamizo (2007);
Dual, interventiva e história natural	Vihalemm (2007), Lefreve (2011); Laszlo (2012); Bensaude-Vincent (2010)

Fonte: Ribeiro (2012)

A definição de química, principal fundamento do currículo de química, é intrínseca à definição de sua identidade disciplinar. Esse problema tem relação direta com o currículo. A cada identidade da química associa-se uma estrutura pedagógica particular, uma forma de organizar, selecionar conteúdos e também de desenvolvimento curricular. A questão da identidade e do território disciplinar é transversal na literatura historiográfica da química. Inicialmente uma prática, seja metalúrgica ou tintureira, depois uma disciplina ao serviço da medicina até o século XVII, alcança maturidade teórica e é sistematizada no século XVIII por Lavoisier, quando é legitimada e respeitada academicamente, alcançando certa centralidade, mesmo que Kant a tenha visto apenas com uma arte sistemática.

No século XX, perde centralidade para a física por causa do reducionismo e, recentemente, é transformada em ciência de serviço pela biologia. É, na atualidade, um campo inter e multidisciplinar marcado por múltiplas disciplinas, uma ciência pós-acadêmica e pós-industrial (SJÖSTRÖM, 2006).

Bensaude-Vincent e Stengers (1992) tomam explicitamente a identidade disciplinar da química como problemática e transversal à sua história disciplinar e organizam a

narrativa em torno de cinco eixos capazes de mapear sua identidade, continuamente articulada entre práticas instrumentais, as profissões e as instituições. Um primeiro eixo refere-se às suas origens (filosofia natural, alquimia e artes práticas); o segundo, refere-se ao processo de racionalização como ciência nos séculos XVII e XVIII. No século XIX, a química torna-se uma ciência de professores e desempenha papel central na expansão industrial; no século XX, há o desmembramento do território (subculturas químicas).

Vemos assim que a definição da identidade é intrínseca da história da química. Desde tempos imemoriais até o presente, não temos ainda um consenso a cerca da identidade da química. Podemos verificar isso também nos objetivos da química

Objetivos da química

É difícil definir os objetivos porque a Química está presente em tudo. Os objetivos não estão explícitos

A fala acima é de um professor inquirido em uma amostra de professores universitário em todo o país. De uma amostra aleatória em cursos de licenciatura em química em cursos de universidades federais, chegamos até um banco de dados de 1055 professores. A partir dos seus e-mails disponibilizados na WEB e enviados à toda a amostra, tivemos o retorno de apenas 20 questionários. Não podemos obviamente dar um tratamento estatístico a amostra, iremos assim dar um caráter qualitativo e indiciário. Como todos são doutores e professores de universidades, cada questionário tem um valor qualitativo importante. Problematizamos inicialmente o aspecto teórico entre os filósofos da química e posteriormente tabulamos os dados dos professores.

A Química é de longe a ciência mais produtiva quanto ao número de publicações (SCHUMMER, 2004). Uma análise mais detalhada aos artigos químicos revela que a maioria dos artigos lidam com produzir novas substâncias. O rápido crescimento do conhecimento químico desafia seriamente todas as instituições e indivíduos envolvidos com a química. O que deixa a química na maioria das vezes incompreensível pelos não químicos e até mesmo pelos químicos devido a química não possuir uma ideia clara sobre seus objetivos.

A química não mostra de forma explícita quais são os seus objetivos, no entanto de acordo com Schummer (1999), o objetivo central da Química é o de criar novas substâncias. Hoje existem cerca de 4 milhões de químicos em todo o mundo produzindo cerca de 900 mil trabalhos por ano. Sendo a maioria desses trabalhos sobre a síntese e análise de novas substâncias.

Alguns objetivos implícitos da química são: desenvolver novos métodos analíticos com finalidade de aplicar na dosagem de diversas substâncias em várias matrizes; resolver equações de Schroedinger de aplicação na Química Quântica; desenvolver e melhorar novos processos industriais, entre outros.

Schummer (2004) relata numa pesquisa alguns objetivos da química na síntese de novas substâncias a partir de 300 artigos de Química Geral publicados em uma das mais importantes revistas internacionais (Angewandte Chemie) escolhidos de forma aleatória, dos anos 1980-1995, o trabalho de Schummer dividiu os objetivos em 5 grupos (teoria, classificação, sínteses, aplicações e o tipo de estrutura).

A teoria apresenta o que os filósofos da ciência nos dizem por experimentos já realizados na ciência. Na classificação mostra como se desenvolve novas classes de substâncias. A síntese proporciona a produção de novos reagentes ou catalisadores importantes e o desenvolvimento de novos métodos sintéticos gerais, tanto no nível empírico, quanto no nível teórico de mecanismo da reação. O grupo de aplicação inclui a busca de novos materiais que possam ser de utilidade prática ou técnica, por

exemplo, na medicina, agricultura, eletrônica e em outras áreas. As características estruturais das substâncias são bastante estudadas, por mostrar aos químicos como são as estruturas de cada substância.

Em um inquérito a 20 professores doutores do Brasil sobre os objetivos da química identificamos o seguinte:

Analisar	
Caracterizar	
Quantificar	
Compreender	Água, fenômenos, moléculas e Usos das moléculas
Conservar	Ambiente, Meio ambiente, ecossistema e Meio ambiente
Criar	Produtos, alimentos, medicamentos, Novas moléculas Mecanismos de sustentabilidade e Novos materiais
Descrever	Matéria e suas transformações
Desenvolver	Processos e antibióticos
Explicar	Para Servir a sociedade, Crescimento populacional, Problemas ambientais, estrutura, natureza, mecanismos, Fenômenos, transformação, Estrutura, transformações, fenômenos
Melhorar	Qualidade de vida, Produtos, Qualidade de vida, Sustentabilidade, Condições sociais, Bem estar e Vida
Otimizar	Métodos
Ser útil a	Saúde, Humanidade e ciência, Sociedade e ciência e Humanidade, mercado
Sintetizar	Materiais
Transformar	Novos materiais, Bens para a sociedade, para servir a sociedade

Portanto, os objetivos, em sua grande maioria, sentidos pelos professores, são de cunho ético, como por exemplo, servir a humanidade, diferentes assim dos analisados pelos filósofos da química. Observamos assim uma perigosa falta de consenso, com implicações para o aparelho pedagógico da química.

Por exemplo, o currículo de química transmite os objetivos da química de forma explícita? Deixamos essa pergunta em aberto. Nossa resposta, ainda que parcial, é que não. Salientamos que, a definição dos objetivos na teoria curricular, é primária em relação aos métodos e conteúdo. Significa isso que a definição implícita dos objetivos da química compromete a compreensibilidade e inteligibilidade da química. Vamos agora analisar em outra investigação como os formandos de um curso de química definem a própria química.

A química para uma turma de formando da UESB

Ao inquirir uma turma de formandos em química sobre “o que é Química” identificamos as seguintes caracterizações: Características epistemológicas que identificam a química como “a ciência que estuda a constituição da matéria, suas características, propriedades e forma de organização no espaço, observando a maneira que os elementos químicos se comportam quando são colididos entre si ou expostos a algum tipo de energia, observando ainda as leis que as regem a transformação da matéria”. Outro formando identifica a utilidade química como fator determinante para definir química. Segundo o mesmo “é a disciplina mais importante entre todas, já que utilizando-a como ferramenta o ser humano pode conhecer sobre a

constituição da matéria-prima encontrada na natureza e transformá-la na medida do possível, adquirindo assim vantagens para a sociedade como um todo”. O mesmo formando salienta, implicitamente, a relação entre ética e química. Para o mesmo “considerando a natureza do ser humano, a Química acaba por se tornar uma faca de dois gumes e sempre existirá um receio relacionado aos avanços realizados ao estudá-la e em que eles poderiam ser empregados futuramente”.

O aspecto da tecnologia é também identificado como um fator diferenciador da química. “A química é ciência é avanço e tecnologia. Se não existisse a química não seria possível entender e estudar a composição e estrutura dos compostos que fazem parte das nossas vidas”. Para outro formando a química é uma ciência de serviço. Em suas palavras, a química é “uma ciência que engloba e dá subsídios para todas as outras ciências. Costumo dizer que a física é a ciência que entende o universo, mas é a química que é responsável por sua transformação”.

Um formando salienta o aspecto plural e interdisciplinar da química, segundo o mesmo, “para ser conhecedor de fato desta ciência se faz necessário que se aproprie de diversas outras áreas, o que reforça ainda mais este caráter diversificado, amplo e complexo da química”. Para outro formando, a Química “é uma ciência única e inigualável. Possui este poder de transformar tudo o que a cerca. A química vista como ciência central traduz o seu verdadeiro significado, uma ciência que engloba e dá subsídios para todas as outras ciências”. Outro formando salienta um aspecto da sua experiência estética com a química, segundo o mesmo “é quase que impossível descrever meu sentimento por essa área, mas ver aquelas reações acontecerem, com suas espetaculares mudanças de cor e buscar suas explicações é algo de enorme prazer. A química orgânica então, vish, nem se fala.”

O que podemos analisar desse pequeno relato de uma turma de formando? Uma questão principal é sua falta de consenso e diversidade de opiniões sobre um tema central, a identidade e imagem da química. São salientadas os aspectos: Utilidade Química; Ética e química; Aspectos da tecnologia; Ciência de serviço; Pluralismo químico; Centralidade da química; Múltiplas identidades; Estética e relação com a biologia.

Reconhecendo que os mesmos estão prestes a entrar no mercado de trabalho, torna-se um bom indicador de suas futuras transmissões acerca da imagem e da identidade da química: perpetuará uma imagem pouco refletida e analisada da química.

Conclusão

O que podemos afirmar do nosso estudo? Abaixo iremos propor linhas hipotéticas para tentar explicar. Analisamos os estereótipos populares, a imagem pública da química; a imagem da química para formandos e a imagem para a filosofia da química. Uma coisa aparece com grande evidência, cada um desses contextos apontam para uma direção, não há acordo e consenso entre essas instâncias.

Uma primeira constatação é de que a química é uma ciência hermética, difícil de ser acessada. Essa imagem pode ser vista nos estereótipos populares e na falta de acordo entre as diversas imagens dos formandos e dos filósofos da química.

A Química tem um status epistemológico indefinido. Isso é bem evidente na pluralidade de imagens e caracterizações que os filósofos da química dão à química. Entendemos que esse fator tem um efeito perverso na inteligibilidade e compreensibilidade da química. Isso afeta diretamente o ensino de química, principalmente os princípios de seletividade e organização de conteúdos.

A Química é uma ciência de serviço. Essa é uma afirmação ainda parcial, mas podemos identificar uma imagem da química como interdisciplinar e central, emprestando seus conceitos e métodos para outras ciências. Isso caracteriza a química como uma ciência de serviço, que invade diversas áreas, entretanto não tem objeto definido, próprio.

Quais seriam as causas para estas questões acima? Podemos afirmar uma primeira questão, de que a *Química tem pouca divulgação e propaganda científica*. Os processos de comunicação da química são herméticos e endógenos. Significa que, como visto na figura abaixo, os processos de comunicação da química funcionam mais entre a comunidade de sábios, ou seja, de investigadores, propriamente o contexto da pesquisa. Quando esse saber é comunicado para a sociedade, mecanismo chamado de divulgação científica, pensamos ocorrer alguns problemas. Quando na comunicação entre gerações, também chamado de ensino, não existe retroalimentação com a comunidade de sábios, indicado pela seta vermelha. Isso caracteriza que o ensino de química tem caráter reprodutivo.

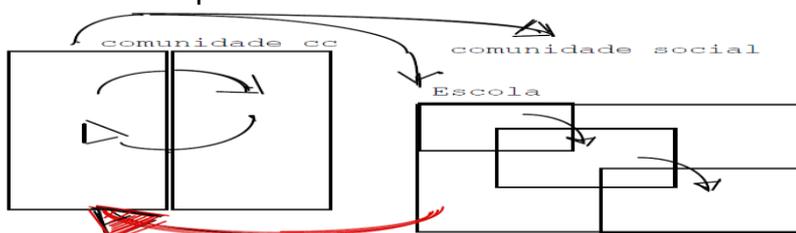


Figura 1 O caráter constitutivo do ensino no processo científico (POMBO, 2002)

Os objetivos científicos da química são implícitos. A Química apresenta objetivos científicos poucos claros e implícitos. Como a definição de objetivos é primário em relação ao sistema pedagógico e curricular, esse problema é fundamental em todo o ensino. Paradoxalmente é um tema pouco investigado. Não encontramos trabalhos analisando racionalmente os objetivos da química. Na investigação que fizemos identificamos uma diversidade e pouca clareza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALABAN, A. T.,...; KLEIN, D. J. (2006). Is chemistry 'the central science'? How are different sciences related? **Scientometrics**, [S.l.], v.69, n.3, p.615–637.
- BALABAN, A. T. (2005). Reflections about mathematical chemistry. **Foundations of Chemistry**. New York, v.7, n.3. 351
- BENFEY, T. (2000). Reflections on the Philosophy of Chemistry and a Rallying Call for Our Discipline. **Foundations of Chemistry**, New York, v.2, p.195-205.
- BENSAUDE-VINCENT, B.; BERNARDI, B. (eds.). (1999). **Jean-jacques rousseau et la chimie**. [S.l., s.d].
- BENSAUDE-VINCENT. (2008). **Matire penser, essais d'histoire et de philosophie de la chimie**. Paris: Presses de l'Universit Paris Ouest.
- BENSAUDE-VINCENT. (2009). The chemists' style of thinking. **Ber. wissenschaftsgesch**, [S.l.], n.32, p.365– 378.
- BENSAUDE-VINCENT.(1998). **Eloge du mixte. Materiaux nouveaux et philosophie ancienne**. Paris: hachette.
- BENSAUDE-VINCENT.(2005). Chemistry in the french tradition of philosophy of science: duhem, meyersson, metzger and bachelard. **Studies in history and philosophy of science**, [S.l.], v.36, n.4, p.627– 848.

- BENSAUDE-VINCENT.; SIMON, J. (2008). **Chemistry**: the impure science. London, uk: imperial college press.
- BENSAUDE-VINCENT.; STENGERS, I. (1992). **História da química**. Instituto Piaget: Lisboa.
- BERNAL, A.; DAZA, E. E. (2010). On the epistemological and ontological status of chemical relations. **HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.2, n.2.
- BHUSHAN, N.; ROSENFELD, S., (eds.). **Of Minds and Molecules**. New York: Oxford University Press,
- BOURDIEU, P. (2004). **Para uma sociologia da ciência**. Lisboa, Edições 70.
- BRAKEL, J. V. (1999). On the neglect of the philosophy of Chemistry. **Foundations of Chemistry**. New York, v.1, p.111–174.
- BRAKEL, J. V. (2000). **Philosophy of Chemistry**: Between the manifest and the scientific image. Leuven: Leuven University Press.
- BRAKEL, J. V. (2005). On the inventors of XYZ. **Foundations of Chemistry**. New York, v.7, p.57– 84,
- BRAKEL, J. V. (2006). Kant's legacy for the philosophy of Chemistry. In: BAIRD, D., et al. (Eds.) **Philosophy of Chemistry**, Springer: The Netherlands.
- BRAKEL, J. V. (2010). Chemistry and physics: No need for metaphysical glue. **Foundations of Chemistry**. New York, v.12, p.123–136. 388
- BRAKEL, J. V. (2012). On Pré-history of philosophy of Chemistry. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE PHILOSOPHY OF CHEMISTRY - SUMMER SYMPOSIUM, 2012, Leuven, Bélgica.
- BRAKEL, J. V. (1997). Chemistry as the science of the transformation of substances. **Synthese**, [S.l, s.d], v.111, n.3, p.253–282.
- BRAKEL, J. V.; VERMEEREN, H.P. (1981). On the philosophy of Chemistry. **Philos. Res. Arch**, [S.l, s.d.], v7, p.501–552.
- CERRUTI, L. (1998). Chemicals as instruments. **HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.4, n.1, p.39-61
- CHAMIZO J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. **Eureka, Revista de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 7, p.26-41.
- CHAMIZO, J. (2006). Los modelos de la química. **Educación química**, México, v.17, p.476-482.
- CHAMIZO, J. (2007). El curriculum oculto en la enseñanza de la química. In: JACOB, Bachelard, C.; E., Scerri (eds.). **La esencia de la química**. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- CHAMIZO, J. (2007b). Hacia una cultura química. In: JACOB, Bachelard, C.; E., Scerri, (eds.). **La esencia de la química**. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- CHAMIZO, J. (2009). A filosofia de la química: Sobre el método y los modelos. **Educacion quimica**, [S.l.],v.20, n.1, p.6-11.
- CHAMIZO, J.(2012). Technochemistry. One of the chemists' ways of knowing. [S.l, s.d], **Foundations of Chemistry**, v.15, Issue 2, p. 157-170.
- DEL RE, G. (1998). Ontological status of molecular structure. **HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.4, n.2, p.81-103.
- DEL RE, G. (2000). Models and analogies in science. **HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.6, n.1, p.5-15.
- DEL RE, G. (2001). Ethics and Science. **HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.7, n.2, p.85-102.

- DEL RE, G.; SEVERINO. P (1986). **On the specificity of chemical explanation, atti del congresso logica e filosofia della scienza**. Bologna, p. 263–266.
- GASQUE, K. C. G. D.; **Teoria fundamentada: nova perspectiva à pesquisa exploratória**. In: MUELLER, S. P. M. (org.) Métodos para a pesquisa em Ciências da Informação. Brasília: Thesaurus, 2007, p. 83-113.
- GLASER, B. G; STRAUSS, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago: Aldine Publishing Company.
- GOODWIN, W. M. (2003). **Explanation in organic chemistry. In: annals of the new york academy of sciences, 988** (chemical explanation: characteristics, development, autonomy), New York, p.141–153.
- GOODWIN, W. M. (2008). Structural formulas and explanation in organic chemistry. **Foundations of Chemistry**. New York, v.10, n.2.
- GOODWIN, W. M. (2008a). Implementation and innovation in total synthesis. **Foundations of Chemistry. New York**, v.10, n.3, p. 177-186.
- GOODWIN, W. M. (2009a). Scientific understanding and synthetic design. **The British Journal for the Philosophy of Science**, Oxford, v.60, n.2, p.271-301.
- GOODWIN, W. M. (2009b) Visual representations in science. **Philosophy of Science**, Chicago, v.76, n.3, p.372-390.
- GOODWIN, W. M. (2010). How do structural formulas embody the theory of organic chemistry? **Philosophy of Physical Science**, v.61, n.3, p.621-633.
- HOFFMANN, J. R. (1990). How the models of Chemistry vie. **PSA**, [S.l.], v.1, p.405–19.
- HOFFMANN, J. R. (1993). How Should Chemists Think? **Scientific American**, p.66-73.
- HOFFMANN, J. R. (2003). Thoughts on aesthetics and visualization in chemistry. **HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.9, p.7-10.
- HOFFMANN, J. R.; LASZLO, P. (1991).P. Representation in chemistry. **Angewandte Chemie International**, [S.l.], v.30, p.1-16.
- JACOB, C. (2001). Analysis and Synthesis, interdependent operation in chemical language and practice. **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.7, n.1.
- JACOB, C. (2003). Critical Thinking in the Chemistry Classroom and Beyond. **Journal of Chemical Education**. Washington, v.81, n.8.
- JACOB, C.; WALTERS, Ada. (2005). Adam Risk and Responsibility in Chemical Research: The Case of Agent Orange. **HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.11, n.2, p. 147-166,
- KAYA, E.; ERDURAN, S. (2011). Integrating epistemological perspectives on chemistry in chemical education: The cases of concept duality, chemical language, and structural explanations. **Science & Education**. New York, Online First, p.1-15.
- KEMSLEY, J. (2009). Philosophizing chemistry: Philosophers delve into the central science. **Chem. Eng. News**, [S.l.], v.87, n.40, p.41–42.
- KLEIN, U. (1994). Origin of the Concept of Chemical Compound. **Science in Context**, Cambridge, v.7, p.163-204. 366
- KLEIN, U. (2001). **Tools and modes of representation in the laboratory sciences**. kluwer, KNIGHT, D. (1992). **Ideas in chemistry**. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press,
- KLEIN, U. (2003). Exalting Understanding without Depressing Imagination' Depicting Chemical Process. **HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.9, n.2, p.171-189
- KLEIN, U. (2005). Technoscience avant la lettre. **Perspectives on Science**, Cambridge, v.13, n.2, p. 226–266

- KLEIN, U. (2012). Objects of inquiry in classical chemistry: Material substances. **Foundations of Chemistry**. New York, v.14, n.1, p.7-23.
- KOVAC, J. (2006). Professional ethics in physical science. In: BAIRD, E. Scerri; MCINTYRE, L., (eds.). *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*. **Boston Studies in the Philosophy of Science**, v. 242, Dordrecht: Springer, p.157-169.
- LASZLO, P. (1998). Chemical Analysis as Dematerialization. **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.4, n.1, p. 29-38.
- LASZLO, P. (1999). Circulation of concepts. **Foundations of Chemistry**. New York, v.1, p. 225- 238.
- LASZLO, P. (2006). On the Self-Image of Chemists, 1950-2000. **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.12, p. 99-130.
- LEFÉVRE, W. (2011). Viewing chemistry through its ways of classifying. **Foundations of Chemistry**. New York, v.13, n.3.
- MCINTYRE. (2002). Theoretical and practical reasoning in chemistry. **Foundations of Chemistry**. New York, v. 4, p. 63-171.
- MCINTYRE.(2001). Gifts and commodities in chemistry. **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.7, n.2, p.141-153.
- MORRIS, P. (2006). The Image of Chemistry Presented by the Science Museum, London in the Twentieth Century: An International Perspective. **HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.12, n.2, p. 215-239.
- NORDMANN, A. (2006). From metaphysics to metachemistry. In: BAIRD, Davis; SCERRI, Eric; MCINTYRE, Lee (eds.). **Philosophy of Chemistry: synthesis of a new discipline**. Boston Studies in the Philosophy of Science, Dordrecht: Springer.
- POMBO, O. (2002). "Comunicação e Construção do Conhecimento." **Em: A escola, a recta e o Círculo**. Lisboa: Relógio D'água, pág.316.
- PSARROS, N. (1998). What has philosophy to offer to chemistry? **Foundations of Science**, [S.l], v.1, p.183-202.
- PSARROS, N. (2001). Things, stuffs, and coincidence. A non-ontological point of view. **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.7, n.1, p.23-29.
- RIBEIRO, M. A. P. (2012). Integração da filosofia da química no currículo de formação inicial de professores. contributos para uma filosofia do ensino. Tese doutoral. Universidade de Lisboa.
- SCERRI, E.; MCINTYRE, L. (1997). The Case for Philosophy of Chemistry. **Synthese**, [S.l], v. 111, p.213-232.
- SCHUMMER, J. (1999a). Epistemology of Material Properties. In: **Proceedings of the 20th World Congress of Philosophy**, Boston/MA, USA, August 10-16, Boston.
- SCHUMMER, J. (2006). The philosophy of Chemistry: From infancy towards maturity. In: BAIRD, Davis; SCERRI, Eric; MACINTYLEE, Lee (eds.). **Philosophy of Chemistry: Synthesis of a new Discipline**. Dordrecht: Springer, p. 19-39.
- SCHUMMER, J.(2001). Ethics of Chemical Synthesis. **HYLE International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.7, p. 103-124.
- SCHUMMER, J.(2002). The Impact of Instrumentation on Chemical Species Identity, In: P. Morris (ed.): *From Classical to Modern Chemistry: The Instrumental Revolution*. **Royal Society of Chemistry**, Cambridge. 383
- SCHUMMER, J.(2003). Aesthetics of Chemical Products: Materials, Molecules, and Molecular Models. **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v. 9, p. 73- 104.

- SCHUMMER, J.(2003a). The Notion of Nature in Chemistry. **Studies in History and Philosophy of Science**, v.34, p. 705-736.
- SCHUMMER, J.(2004). Editorial: Substances versus Reactions. **HYLE- International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.10, n.1.
- SCHUMMER, J.(2004a). Why do Chemists Perform Experiments?, In: D. Sobczynska, P. Zeidler, E. Zielonacka-Lis (eds.). **Chemistry in the Philosophical Melting Pot**. Frankfurt: Peter Lang, p. 395-410.
- SEIBERT, C. (2001). Charley peirce's head start in chemistry. **Foundations of Chemistry**. New York, v. 3, n.3, p.201-206.
- SJÖSTRÖM, J. (2006). Beyond classical chemistry: subfields and metafields of the molecular sciences. **Chemistry International**, [S.l.], v.28, p.9-15.
- SJÖSTRÖM, J. (2006a). Post-academic and environmentally driven research – views of phd students working in the boundary between academia and industry'.
- SJÖSTRÖM, J. (2007). The Discourse of Chemistry (and Beyond). **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.13, n.2, p.83-97.
- SJÖSTRÖM, J. (2011). Towards Bildung-Oriented Chemistry Education. **Science e Education**, New York, v.1, n.18.
- SOUKUP, R. W. (2005). Historical aspects of the chemical bond: chemical relationality versus physical objectivity. *Monatshefte für chemie*, v.136.
- STEIN, R. (2004). Towards a process philosophy of Chemistry. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.10, n.1, p.5-22.
- TOMASI, J. (1999). Towards 'chemical congruence' of the models in theoretical chemistry. **HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.5, p.79-115.
- TONTINI, A. (1999). Developmental aspects of contemporary chemistry. Some philosophical reflections. **HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.5, p.57-76.
- VIHALEMM, R. (2003). Are Laws of Nature and Scientific Theories Peculiar in Chemistry? Scrutinizing Mendeleev's Discovery. **Foundations of Chemistry**. New York, v.5, p.7-22, 2003.
- VIHALEMM, R. (2003a). Natural Kinds, Explanation, and Essentialism in Chemistry. In: J.E. Earley (ed.), *Chemical Explanation: Characteristics, Development, Autonomy*, New York v.988 , p. 59-70.
- VIHALEMM, R. (2007). Philosophy of Chemistry and the image of science. **Foundations of science**, [S.l.], v.12, n.3, p.223–234.
- VIHALEMM, R. (2011). The autonomy of Chemistry: old and new problems. **Foundations of Chemistry**. New York, v.13, n.2, p.97–107.
- WIBERG, K. (2004). Strain, Structure, Stability and Reactivity. **Foundations of Chemistry**. New York, v.6, n.1, p. 65-80.
- WOODY, A. (2000). Putting Quantum Mechanics to Work in Chemistry: The Power of Diagrammatic Representation. *Philosophy of Science*, Chicago, v.67, p.612 – 627.
- WOODY, A. (2004). More telltale signs: What attention to representation reveals about scientific explanation. **Philosophy of Science**, Chicago, v.71, n.5, p.780–793.
- WOODY, A.; GLYMOUR, C. (2000). Missing Elements. What Philosophers of Science Might Discover in Chemistry. In: BHUSHAM, N.; ROSENFENL, S. (eds.): **Of Minds and Molecules**. New York: Oxford University Press.