

INOVAÇÃO CURRICULAR FUNDAMENTADA NA FILOSOFIA DA QUÍMICA: UM ESTUDO DE CASO NA UESB

Marcos Antonio Pinto Ribeiro*¹, (PQ) Duarte Costa Pereira² (PQ), Simone Barreto (PQ)³.
marcolimite@yahoo.com.br*

¹ Professor da Assistente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

² Professor do departamento de Bioquímica da Universidade do Porto- Portugal

³ Professora e mestranda da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Palavras chaves: Inovação curricular, filosofia e história da química, formação inicial

Resumo: Este trabalho, resultado de uma pesquisa-ação e pesquisa bibliográfica no contexto de uma inovação curricular, fundamentada no campo disciplinar da filosofia da química, tem dois objetivos principais. Um primeiro é problematizar o lugar do debate da filosofia da química no currículo de formação inicial de professores. Um segundo é mostrar, em um exemplo do currículo real, que este debate tem elementos fundantes suficientes para orientar uma inovação curricular, que é proposta. Tendo como referência este debate foi proposto, em 2005, uma inovação curricular na disciplina *historia e filosofia da química* na reforma curricular da UESB. A forma padrão de transmissão do conhecimento histórico no currículo de química tem sido positivista, descontextualizada, sem integração à prática de ensino e sem eixos epistemológicos orientadores. Nossa principal motivação, nesta inovação curricular, foi, inicialmente, de oferecer uma alternativa a esta forma padrão. Esta disciplina, ainda em vigor até o presente, mostrou alguns problemas e dificuldades em seu desenho inicial e desenvolvimento curricular. Após identificarmos estes problemas, propomos, repensamos e reformulamos uma nova intervenção em um outro nível de problematizações. Neste trabalho mostramos nossas principais organizações teóricas, ideias estruturantes e o planejamento desta nova reformulação e inovação curricular.

Introdução

Este trabalho é fruto de uma pesquisa-ação e pesquisa bibliográfica no contexto de uma inovação curricular, na disciplina *historia e filosofia da química*, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), fundamentada no recente debate do campo emergente da filosofia da química (Schummer, 1998, 1999, 2006; Van Brakel, 1997, 1999, 2000; Vihalemm, 2007, 2011). Esta disciplina foi proposta na reforma curricular do ano de 2005, sendo oferecida regularmente como disciplina obrigatória e sem pré-requisitos no currículo de bacharelado, no primeiro semestre e no de licenciatura, no terceiro semestre.

O currículo anterior já constava a disciplina *história da química* e alguns fatores motivaram esta inovação curricular: Falta de eixos integradores do conhecimento químico; falta de integração com a prática pedagógica; grande desprestígio no currículo; falta de princípios estruturantes para pensar a química. Nosso descontentamento nos levou a proposição desta disciplina com o objetivo de integrar o debate da filosofia da química. Na nova ementa formulamos o objetivo geral de “instrumentalizar o aluno com uma análise epistemológica da produção de significados do campo químico através da análise de tópicos da história da química; analisar as reconstruções racionais da química atentando para seus aspectos epistemológicos”

Tínhamos a intenção de melhorar a aprendizagem ao proporcionar vivências reflexivas em conceitos centrais e estruturantes da química (Schwab, 1966; Ausubel, 2000); desenvolver a metacognição dos alunos e mostrar uma visão integrada da química. Quanto ao currículo e formação pensávamos em integrar as disciplinas pedagógicas e específicas; subsidiar a organização e articulação do conhecimento profissional do ensino; propiciar um conhecimento curricular de química ao integrar os

diversos níveis dos conteúdos e seleções curriculares na história. Neste sentido propomos o seguinte programa

Abordagem epistemológica da história da Química. Evolução da estrutura conceitual da Química. Análise epistemológica do núcleo conceitual e da matriz teórica do campo de investigação da Química. A relação entre Ciência e Filosofia a partir do curso histórico do desenvolvimento da Química. A análise das concepções de mundo na produção de teorias científicas e seu papel na construção do conhecimento. O entendimento das teorias científicas como reflexo do momento histórico e a compreensão da importância dos conceitos filosóficos para o pensamento científico

Este programa foi distribuído nos seguintes tópicos de ensino

As primeiras teorias gregas sobre a natureza da matéria. A alquimia. A iatroquímica. A teoria do flogisto. Os vários conceitos de elemento químico. As contribuições de Lavoisier. O átomo de Dalton. Evolução histórica dos pesos atômicos. Evolução histórica da estrutura atômica. A Tabela Periódica. As origens da teoria estrutural em química orgânica. Ligações químicas: Um pouco de sua história. O núcleo conceitual da química. Bases metafísicas da Química. O status epistemológico da noção de estrutura atômica. Bachelard e a Química

No desenvolvimento curricular desta disciplina, muitas dificuldades e críticas, partilhadas também pelos demais professores, surgiram. Uma primeira era a novidade e dificuldades dos conteúdos da filosofia da química. Como e quais conteúdos selecionar e como organizá-los? Isso particularmente era devido a falta de guias analíticos e de propostas já testadas e avaliadas. De fato, apesar de haver propostas integrando estes campos, já há algum tempo (Erduran, 2000, 2001; Erduran & Scerri, 2002), só recentemente, a transposição do debate da filosofia da química é institucionalmente solidificado em uma edição especial da revista *Science & Education* (2010). Logo, além, da influência dos contextos de formação empírico-analítica e do currículo técnico e acadêmico vigente, ainda na química, a falta de guias analíticos dificultava o trabalho com temas filosóficos. Nosso programa mostra esta dificuldade.

O programa também não mostra ainda uma grande integração com: A filosofia da química, a prática de ensino e o currículo. Também a disciplina não é organizada em princípios e orientações curriculares e pedagógicos explícitos. Em realidade, em pesquisa nos principais bancos de dados de produção científica (Web of Science, Capes, CNPq, revistas científicas), ainda não existe, em nível nacional e internacional, uma integração explícita desta temática. Isto exigia uma organização e contextualização teórica de nossa proposta de inovação curricular.

Princípios e orientações curriculares: Eixos teóricos fundamentais

Uma atitude inicial foi organizar eixos teóricos fundantes de modo a dar sentido aos objetivos, princípios e orientações curriculares. Este trabalho foi feito dentro do contexto teórico das metaciências, da teoria do currículo e da formação de professores. Identificamos como principal objetivo desenvolver uma pedagogia química crítica e emancipatória com sentido largo de humanização (Matthews, 1994; Habermas, 1994), centrada na autonomia e regulação das aprendizagens (Laurillard, 2002; Zimmerman, 1990; Bowden & Marton, 2004). No contexto da educação científica contemporânea, em nível superior, identificamos a fenomenografia, metacognição e a regulação das aprendizagens como o principal fim e teoria da aprendizagem.

No contexto geral da integração das metaciências no currículo de licenciatura nos aproximamos da proposta dos campos teóricos estruturantes, defendido por Aduriz-Bravo (2001). Em sua proposta, defendida e validada, defende seis campos estruturantes como essencial para a epistemologia de formação de professores. Como consequência, o autor defende um modelo complexo de ciência nas dimensões:

Gnoseológica (conhecimento sistematizado), praxiológica (prática, ação), retórica (Comunicação e convencimento) e axiológica (valores).

Esta leitura da ciência nos possibilita alargar o alcance de nossas discursões para além de uma visão epistemológica centrada na internalidade do conhecimento sistematizado (Gnoseológica) normalmente presente nos currículos e ainda na nossa proposta inicial, como visto atrás. Isso nos permite duas coisas importantes: Aproximar a química que se faz da química que se ensina (Talanquer, 2011, 2005), bem como pensar em uma transmissão do conhecimento químico para além do fisicalismo reducionista (Scerri, 1999, 2007), vigente, ainda, como filosofia implícita no contexto do ensino de química (Berkel, 2005; Van Aalsvoor, 2004) munindo os professores com uma filosofia clara e coerente com a especificidade da química (Scerri, 2004).

As metaciências devem ser um recurso organizador do conhecimento escolar em química, logo um segundo eixo teórico relaciona a integração da prática de ensino. Shulman (1987, 2005) defende que os profissionais do ensino devem ser professores de substância. Os saberes necessários para uma *pedagogia da substância* são saberes disciplinares, curriculares, pedagógico do conteúdo e prático. Shulman (1987, 2005) enfatiza a centralidade do conteúdo e as estruturas substantivas e sintáticas, em amálgama com sua pedagogização, como um saber nuclear dos professores. De outro lado, estas estruturas, explicitadas pelas metaciências, são transversais entre a ciência erudita e escolar, e assim são capazes de organizar os saberes docentes e a transposição didática (Aduriz-Bravo, 2001). Logo, nossa disciplina deve articular e ser um conhecimento pertinente ao futuro professor construir e ressignificar seu conhecimento e sua identidade profissional e o seu conhecimento pedagógico do conteúdo. Este conhecimento deve favorecer o desenvolvimento de uma didática específica e uma ligação entre o conteúdo e a pedagogização necessária.

Estes eixos teóricos devem estar articulados com a especificidade epistemológica e didática da química. Este trabalho é problematizado em outro espaço (Ribeiro & Costa pereira, 2012), onde defendemos o pluralismo da química como um dos fundamentos do ensino da química. Podemos identificar o conhecimento químico e assumir as seguintes orientações curriculares transversais: dialética das tensões e antinomias; narrativa e recursividade (Lamza, 2010); contextualidade e níveis; diagramaticidade e relacionalidade (Soukup, 2005; Bernal & Daza, 2010). Estas categorias são geradas pelas dinâmicas: Complexificação e Coordenação (Bachelard, 2009); Aproximações sucessivas às múltiplas contextualidades: Top Down e Bottom up entre as tensões químicas (Laszlo, 2012), Recuo e aproximação entre conhecimento pessoal e algoritmico; Cruzamentos à múltiplos contextos e conceitos

Por outro lado, estas categorias e dinâmicas estabilizam cinco domínios, dimensões ou campo de problemas da praxis química, transversais á filosofia, química e currículo que podem organizar e estruturar campos do currículo: Classificações (Lefreve, 2011; Scerri, 2004, 2006; Harré, 2005; Harré & Llored, 2010); diagramaticidade (Goodwin, 2008); processualidade (Earley, 2006; Rein, 2004), fenomenotecnia (Baird, 1999; Rothbart, 1999; Nordmann, 2006), e dimensão tácita (Kovac, 2001, Polanyi, 1956).

Assim podemos usá-las como referência para construir nossa proposta inovação curricular. Todas as cinco dimensões são atravessadas pelas categorias e dinâmicas. Estes domínios instanciam diferentes articulações epistemológicas e didáticas, diferentes tipos de conteúdos e de ensino/aprendizagem. São estruturas transversais entre a cognição e comunicação da química, sendo domínios articuladores, integradores e organizadores do conhecimento escolar em química. Logo, mapeia, organiza e explicita as principais características do conhecimento

escolar em química. Explicitam as principais seleções e organizações e articulações curriculares. Também lançam luz sobre planejamento e inovações curriculares nos diversos níveis de recontextualizações curriculares.

No tocante a seleção e organização curricular, tema de outro trabalho, podemos inferir as seguintes afirmações. Seleções macrocurriculares: Tecnocência e interdisciplinaridade ao tecnicismo irrefletido (Tala, 2005; Chamizo, 2012); Valores explícitos e ética à endogenia e produtivismo (Schummer, 1999); Historicidade e contextualidade ao dedutivismo (Lamza, 2010). Seleções microcurriculares: Superando a visão substancialista: pluralismo ontológico (Bachelard, 2009); Integração de substâncias e processos: Relacionismo ao essencialismo; Top Down e Bottom Up: Superando a supremacia da visão micro; Superando o realismo ingênuo: Realismo prático e operacional (Bensaude-Vincent & Stengers, 1992); Diagramaticidade e realismo processual estrutural (Earley, 2004, 2009). As cinco dimensões também nos permitem identificar diferentes perspectivas no ensino da química, disposto da tabela 3.

Tabela 3: Diversas perspectivas do ensino de química a partir das dimensões

Dimensões	Visões do ensino de química
Classificações	Sistematização e reorganização conceitual hierárquica
Diagramaticidade	Ensino como linguagem (Laszlo, 2011) Ensino como modelagem (Justi, 2006; Gilbert et Al, 2009; Chamizo, 2010, 2011)
Fenomenotecnia	Habitar o instrumento (inferencia a partir de Polanyi e Bachelard)
Tácita	Comunidade de prática, ensino por heurísticas (Nicole e et al, 2010)
Processualidade	Ensino por recursividade, mapeamento, redes (Earley, 2004, 2010)

Após confronto com a literatura e crítica com experts, as dimensões foram organizadas no diagrama (figura 1). Esta organização diagramática da praxis química é um instrumento de formação, análise, planejamento e avaliação. Usando-o como referência de análise de nossa proposta inicial podemos fazer as seguintes afirmações: Nossa proposta inicial estava centrada na dimensão gnoseológica, sem considerar valores e contextos da química; Não tinha eixos teóricos explícitos de organização e seleção dos conteúdos; Não contemplava a dimensão tácita e processual da química; Não relacionava com outras dimensões dos saberes. Isto pode ser feito também para outros exemplos, analisaremos abaixo.

Figura 1: Diagrama heurístico dos domínios da praxis química

Principais articulações

O currículo de licenciatura em química é organizado em três tipos de conteúdos: Específicos e disciplinares; pedagógicos; humanísticos e culturais. Os conteúdos humanísticos e culturais são sujeitos a muitas inovações curriculares, em oposição aos conteúdos específicos que tem grande estabilidade de conteúdos, regulados pela tradição. Uma análise dos programas curriculares e pedagógicos de sete universidades brasileiras que mais produzem conhecimento em ensino de química nos permite afirmar o seguinte.

Tabela 2: Análise de programas curriculares e pedagógicos.

Fontes: Programas curriculares e pedagógicos disponíveis nos sites das respectivas universidades

categorias	Descrição
Integração e articulação	Pouca integração entre os três domínios do currículo Pouca integração da temática da história da química com os outros domínios A articulação dar-se para os conteúdos e não a partir dos conteúdos O curso da UFGS apresenta mais articulação com a pedagogia Não há articulação e integração entre as disciplinas de didática da química e de história e/ou filosofia da ciência.
Filosofia da química	A filosofia da química não está presente em nenhum debate, nem parece estar implicitamente. Na UFMT aparece a disciplina com o nome história e filosofia da química. Contudo sua ementa não explicita o debate da filosofia da química.
História da química	A disciplina história da química, apesar de ser considerado importante pelos programas pedagógicos, aparece sem pré-requisitos e isoladas no currículo. Os conteúdos são típicos de uma historiografia positivista. Sem eixos orientadores e problematizadores da filosofia química. A filosofia da ciência não aparece explicitamente
Inovação	A USP (São Paulo), apresenta uma preocupação com a dimensão

curricular	axiológica da química. Introduzindo disciplinas com problematizações culturais e sociais. Em apenas um curso, o da UFSCar, aparece explicitamente uma disciplina intitulada de <i>filosofia e lógica</i> que problematiza a filosofia. Esta disciplina não problematiza temas da filosofia da química. Não há disciplina com conteúdo de ética e profissão.
Imagem da química	Existem cursos de química como uma ênfase muito voltado para o sistema produtivo. Por exemplo o curso da Unicamp e da UFSCar.
Dimensão	A dimensão gnoseológica é a privilegiada nas didáticas e nas disciplinas específicas. A dimensão retórica é privilegiada pela UFMG na disciplina de didática A dimensão praxiológica é privilegiada pela UFSCar

A história da química

Tomando os programas da disciplina de história da química e similares identificamos que os conteúdos são estabilizados, tendo pouca variação. Estes conteúdos também são os mesmos dos livros didáticos. Tomando os livros mais citados nas ementas das disciplinas de história da química, em apenas dois destes livros, o de David Knight (1995) e de Bernadet Bensaud-Vicent & Isabelle Stengers (1992) há uma referência a algum princípio que não o próprio sequenciamento dos conteúdos históricos como organização dos conteúdos. Os demais livros e a disciplina história da química seguem, com pouca variação, a tradição positivista e factualista. A seleção e organização dos conteúdos é dada pela tradição.

Isso é um reflexo da própria historiografia química. Mcevoy (2000) faz uma extensa problematização sobre as diversas estratégias de interpretações historiográficas da revolução química, destacando três fases. A primeira fase é de influência do whiggism inglês, que foca na narrativa dos fatos históricos, e do positivismo francês, que foca na elucidação dos princípios gerais da natureza humana e leis da sociedade. Esta corrente historiográfica analisa a história da ciência por um progresso linear, homogêneo, continuísta e cumulativo e a ciência como um corpo de conhecimento experimental estruturado teleologicamente.

Pelas ementas analisadas identificamos que esta visão historiográfica ainda é a mais presente nos cursos de história da química. Ao analisar a revolução química esta tradição foca na tensão da teoria da combustão entre Lavoisier e Sthal. A diferença é vista em termos metodológico. Lavoisier usa argumentos factuais e instrumentais através do uso da balança e inserindo a química num contexto quantitativo enquanto Sthal no contexto metafísico e especulativo.

Por influência de filósofos pós-positivistas (Karl Popper, Thomas Kuhn), que questionam a certeza empírica, a visão positivista da historiografia mudou, nos anos 1960, para uma visão pós-positivista, que analisa a história por suas tradições e doutrinas teóricas, tendo no paradigma a unidade fundamental do progresso da ciência. Uma terceira fase iniciada nos anos 1970 é a visões pós-modernistas que dá atenção aos aspectos sociais. Esta visão iniciou com a escola de Edimburgo que analisa o progresso da ciência por causas sociais e específicas de cada contexto.

Mcevoy (2000) defende uma quarta visão integradora baseado na noção de complexidade. Esta tendência analisa a revolução química como um sistema interconectado de atores e contextos. Busca integrar o modelo essencialista da homogeneidade do tempo histórico, o conflito entre a ênfase pós-positivista do papel da

tradição no progresso da ciência e a visão pós-modernista que concede a especificidade de vários discursos da ciência. Para o autor, “o grau de especificidade de cada ciência é historicamente variável, não historicamente pré-determinado. A revolução química envolve uma transição de um grupo altamente específico, modos individualísticos do discurso flogístico para um coerente, unificado, e profissionalizado corpo de conhecimento constituindo a tradição de pesquisa do oxigênio.

No contexto do ensino, Porto (2010), em análise da história da ciência nos cursos de formação de professores, argumenta que a “a contribuição desta história (primeira fase) para a formação de professores é muito pequena” e defende que há uma grande dificuldade bem como uma necessidade de integrar visões historiográficas mais atuais no ensino de ciências. Os programas analisados estão distantes de problematizar uma química dentro de uma visão historiográfica mais complexa e de um modelo complexo de ciência (Aduriz-Bravo, 2001) com a inserção de domínios gnoseológico, praxiológico, retórico e axiológico. Apesar dos diversos movimentos já realizados, a dimensão mais privilegiada nos programas, e também em nossa proposta anterior, ainda é a dimensão gnoseológica. Isso também é verificado em nove programas de filosofia da química que serão analisados abaixo.

A integração do debate da filosofia da química no currículo

Em nove programas de disciplinas¹, disponíveis em www.hyle.org e que mostram casos de integração da filosofia da química no currículo, podemos observar, a partir das ementas, que todos os cursos são opcionais e de iniciativa dos próprios professores em variadas universidades. Os professores são integrantes do debate da filosofia da química e constroem os programas das disciplinas baseando-se em suas inquições intelectuais. Assim, todos os cursos mostram os interesses intelectuais específicos dos próprios investigadores, tendo assim uma variedade de seleção de conteúdos, organização e abordagem. Isto facilmente é evidenciado pelo cruzamento com seus respectivos artigos. Nestes sentido podemos afirmar que:

- Há uma relativa estabilidade em abordar a estrutura e os problemas da filosofia da ciência aos contextos da química;
- Todos os cursos buscam relações com a filosofia da ciência;
- Buscam problematizar a química dentro do contexto maior da filosofia da ciência;
- A grande maioria aborda questões internas como a explicação, linguagem, conceitos, leis e teorias e o problema do reducionismo na relação com a física;
- Apenas o curso de Joachim Schummer (Karlsruhe) apresenta relação com a biologia na forma da pesquisa interdisciplinar;
- De forma explícita, alguns cursos buscam problematizar a especificidade epistemológica da química dentro do contexto da filosofia da ciência, sendo feito, entretanto de diferentes formas;
- Apenas três cursos consideram aspectos sociais e externos à química;
- A questão da ética, dos riscos da investigação e impactos sociais e a visão pública e política da investigação são temas abordados em dois cursos;
- Apenas um curso mostra explicitamente uma preocupação com o currículo de química no nível secundário;
- Os cursos não mostram uma preocupação didática; Somente em um curso, dos professores da Espanha, há uma preocupação com relações de ensino/aprendizagem. Estes professores sintetizam os conceitos estruturantes da

química como: Descontinuidade, periodicidade, estrutura química, afinidade e taxa de reação.

Na tabela abaixo uma síntese das principais temáticas, que são propostas pelos filósofos/químicos e que têm sido integrados ao currículo de química.

Categorias	Descrições	Programas
Caracterização histórica, sociológica e antropológica da investigação química	Filosofia especulativa grega	Um
	Teoria científica no século XX e o impacto na química	Um
	Alquimia e química moderna	Um
	Investigação química na atualidade	Um
	Revolução química do século XIX	Um
	Química e sociedade, riscos/utilidades da investigação;	Dois
	Ética e investigação química; o público e a política da química	Três
Especificidade químicas e os problemas da filosofia da ciência	Leis, inferência, causalidade, evidência, reducionismo, emergentismo, linguagem; inobserváveis, classificação	Todos (diferentes seleções)
	Contribuição da química para a filosofia	Um
	Especificidades da química	Seis
Relações da	A física e o programa reducionista	Todos
	A biologia e a investigação interdisciplinar	Um
Problemas didáticos e curriculares	Conceitos centrais: Descontinuidade, estrutura, periodicidade, afinidade e taxa de reação	Dois

Nossa proposta de inovação curricular

Desta discursão emerge nossa proposta de inovação para esta disciplina, resumida no seguinte quadro abaixo.

Tabela : Programa sugerido para a disciplina de história e filosofia da química

PRINCÍPIOS E CONTEXTOS TEÓRICOS: METACIÊNCIAS, CURRÍCULO E SABERES DOCENTES	
Saberes docentes	Curricular, pedagógico, prática, disciplinar, didático (Shulman 2005, 1987).
Autonomia da aprendizagem	Fenomenografia, abordagens sobre a aprendizagem, metacognição, auto-regulação das aprendizagens
Metaciências: empoderamento e emancipação humanização	Modelo complexo de ciência: (gnoseológica, retórica, praxiológica, axiológica). (Aduriz-Bravo, 2001).
Dimensões da práxis química	Classificatória, diagramática, fenomenotécnica, procesual e tácita (Ribeiro & Costa pereira, 2012).
PENSANDO A QUÍMICA NO CONJUNTOS DOS SABERES	

Existe uma forma específica de pensar a química? A especificidade química na filosofia da ciência	
Centralidade e Insulamento da química no conjunto dos saberes	Especificidade filosófica da química e a imagem da ciência no século XX Química e física: O reducionismo fisicalista Química e biologia: Pluralismo e interdisciplinaridade da práxis química
Múltiplas identidades da química: Cultura, profissão e contextos químicos	Ontologia química: Ciência das substâncias e dos processos Conceitos químicos e tipos químicos Referencialidade dos tipos químicos Epistemologia química Explicação: Uma ciência diagramática, classificatória e experimental Axiologia química Indústria/Academia: Uma ciência pós-industrial Ética e química: Uma ciência central e útil Natureza/artificial: Uma ciência do artificial Criar/descobrir: Uma ciência criativa Praxiologia química Ciência/Técnica: Uma tecnociência Método/intervenção: Uma ciência Dual
COMUNICANDO A ESPECIFICIDADE QUÍMICA	
Existe uma forma específica de ensinar a química? Domínios transversais e articuladores didáticos e curriculares	
Classificação e organização do conhecimento químico	O estatuto epistemológico das classificações: filosofia da classificação As classificações como princípio cognitivo da química As classificações como princípio educativo
Pensamento processual e Lógica relacional do conhecimento químico	O estatuto epistemológico das relações: Filosofia de processos As relações na evolução cognitiva da química As relações como princípio cognitivo e educativo
Diagramaticidade e semiótica do pensamento químico	O estatuto epistemológico da imagem: Pensamento diagramático As representações na evolução cognitiva da química O diagrama como princípio cognitivo e educativo
Dimensão tática e pensamento heurístico na química	A heurística e o pensamento tácito na filosofia da ciência As heurísticas na evolução cognitiva da química As heurísticas como princípio cognitivo e pedagógico
A filosofia materializada dos instrumentos químicos	Os instrumentos e as técnicas na filosofia da ciência Os instrumentos e as técnicas na evolução da química Os instrumentos e as técnicas como princípios cognitivo e pedagógico

Integração e desenvolvimento da disciplina

O desenvolvimento da disciplina dar-se-á pelo uso do diagrama da praxis da praxis química e articulado com os outros princípios teóricos explicitados acima. Desta forma pensamos ser possível integrar química, currículo e filosofia e propiciar uma compreensão profunda da química. A avaliação da disciplina, no contexto teórico defendido, deve-se dar, primariamente, pela reflexão sobre a própria aprendizagem. Neste sentido o uso da fenomenografia como teoria de aprendizagem nos parece mais apropriada. Esta teoria tem sido defendida como a mais apropriada para a aprendizagem de adultos no ensino superior e incide em atividades metacognitivas de fomentar a auto-reflexão sobre o seu próprio processo de aprendizagem.

Conclusão

Este trabalho mostrou uma situação inicial de como a temática da filosofia da química foi integrada ao currículo na Universidade estadual do Sudoeste da Bahia. Esta experiência mostrou, ainda falta de eixos teóricos fundantes. Atualmente, organizamos uma reformulação com uma fundamentação teórica mais organizada. O debate da filosofia da química é algo recente e sua transposição didática para o contexto do ensino apenas se inicia. Neste trabalho demos a nossa contribuição neste sentido. Uma novidade da nossa construção é a sua relação explícita com a prática de ensino e os saberes docentes.

Referências bibliográficas

- Adúriz-bravo, A. (2001). Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias. Tese (Doutorado), Universitat Autònoma de Barcelona.
- Ausubel, D. P. (2000). The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer
- Bachelard, G. (2009). O Pluralismo Coerente da Química Moderna. Contraponto.
- Baird, D. (1993). Analytical chemistry and the big scientific instrumentation. *Annals of Science*, 50, 267–290.
- Bensaude-Vincent, B., & Stengers, I. (1992). História da química. Lisboa: Instituto Piaget.
- Bowden, J., & Marton, F. (2004). The university of learning. London: Routledge Falmer.
- Chamizo, J. A. (2012). Tecnoquímica, one of the chemist's way of knowing. (Prelo)
- Chamizo, J. A. (2011). A new definition of models and modeling in chemistry's teaching, *Science & Education*, On line first October 31.
- Erduran, S. (2000). Emergence and application of philosophy of chemistry in chemistry education. *School Science Review*, 81(297), 85–87.
- Erduran, S. (2001). Philosophy of chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. *Science & Education*, 10, 581–593.
- Erduran, S., & Scerri, E. (2002). The nature of chemical knowledge and chemical education. In J. Gilbert, O. de Jong, R. Justi, D. Treagust, & J. van Driel (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 7–27). Dordrecht: Kluwer.
- Earley, J. (2004). ["Would Introductory Chemistry Courses Work Better with a New Philosophical Basis?"](#) *Foundations of Chemistry*, 6: 137-160.
- Earley, J. E. (2009). How chemistry shifts horizons: Element, substance, and the essential. *Foundations of Chemistry*, 11(2), 65–77.

- Goodwin, W. M. (2008). Structural formulas and explanation in organic chemistry. *Foundations of chemistry*, 10 (2).
- Harré, R. (2005). Chemical kinds and essences revisited. *Foundations of Chemistry* 7: 7–30.
- Harre, R. & Llored, J. (2010). *Foundations of Chemistry*. Volume 13, Number 1, April 2011, pp. 63-76(14).
- Habermas, I. (1994), *Técnica e Ciência como “Ideologia”*, Lisboa, Edições 70.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada em la elaboracion de modelos. *Ensenansa de las ciências*, 24(2), 173–184.
- Lamza, L. (2010). How much history can chemistry take? *Hyle*, 16(2), 104–120.
- Laurillard, D. (2002). *Rethinking university teaching: A conversational framework for the effective use of learning technologies* (2nd ed.). London: Routledge Falmer.
- Lefèvre, W- (2011). [Viewing Chemistry Through its Ways of Classifying](#). *Foundations of Chemistry*. Oline first. November 2011.
- McEvoy, John G. (2000). The Historiography of the Chemical Revolution: Patterns of Interpretation in the History of Science. *Hyle*, 17 (1) (pp. 41-46)
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- McComas, W. F. (2004). *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. The Netherlands: Kluwe.
- Nicole, G., Henning, H., & Peter, R. S. (2010). Heuristic thinking makes a chemist smart. *Chemical Society Reviews*, 39, 1503–1512.
- Nordmann, A. (2006). From metaphysics to metachemistry. In D. Baird, E. Scerri, & L. McIntyre (Eds.), *Philosophy of chemistry: Synthesis of a new discipline*. Boston Studies in the Philosophy of Science (pp. 347–362). Dordrecht: Springer.
- Polanyi, M. (1966). *The tacit dimension* (first published Doubleday & Co, 1966. Reprinted Peter Smith, Gloucester, MA, 1983. Chapter 1: “Tacit Knowing”).
- Porto, P. A. (2010). História e filosofia da ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais de qualidade. IN: Santos, Wildson L.P., Maldaner, Otavio A. (orgs.). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 2010.
- Knight, K. (1995). *Ideas in Chemistry. A History of the Science*, Brunswick: Rutgers University Press.
- Ribeiro, M. A. P & Costa Pereira, D. (2012). Pluralistic constitution of chemistry: planes of thought, Curriculum guidelines, epistemological and didactic. *Science & Education*.
- Rothbart, D. (1999). On the relationship between instrument and specimen in chemical research. *Foundations of Chemistry*, 1(3), 255–268.
- Scerri, E. (1999). On the nature of chemistry. *Educacion Quimica*, 10(2), 74–78.
- Scerri, E. (2004). Philosophical confusion in chemical education research. *Journal of Chemical Education*, 80(5), 468–474.
- Scerri, E. (2007). Reduction and emergence in chemistry—two recent approaches. In *Proceedings of the philosophy of science association*.
- Schummer, J. (1998). The chemical core of chemistry I: A conceptual approach. *Hyle*, 4-1, 129–162.
- Schummer, J. (1999). Coping with the growth of chemical knowledge: Challenges for chemistry documentation, education, and working chemists. *Educacion Quimica*, 10(2), 92–101.
- Schummer, J. (2006). The philosophy of chemistry: From infancy towards maturity. In D. Baird, E. Scerri, & L. MacIntyre (Eds.), *Philosophy of chemistry: Synthesis of a*

- new discipline. *Boston Studies in the Philosophy of Science* (Vol. 242, pp. 19–39). Dordrecht: Springer.
- Schwab, J. J. (1966). The teaching of science as enquiry. In J. Schwab & P. Brandwein (Eds.), *The teaching of science* (pp. 1–103). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Seibert, C. (2001). Charley Peirce's head start in chemistry. *Foundations of Chemistry*, 3(3), 201–206.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1–30
- Sjostrom, J. (2006). Beyond classical chemistry: Subfields and metafields of the molecular sciences. *Chemistry International*, 28(September–October), 9–15.
- Soukup, R. W. (2005). Historical aspects of the chemical bond: Chemical relationality versus physical objectivity. *Monatshefte für Chemie*, 136, 803–813.
- Spector, T. I. (2003). The aesthetics of molecular representation: From the empirical to the constitutive. *Foundations of Chemistry*, 5(3), 215–236.
- Stein, R. L. (2004). Towards a process philosophy of chemistry. *Hyle*, 10-1, 5–22.
- Taber, K. S., & Watts, M. (2000). Learners' explanations for chemical phenomena. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(3), 329–353.
- Tala, S. (2009). Unified view of science and technology for education: Technoscience and technoscience education. *Science & Education*, 18, 275–298.
- Talanquer, V. (2005). El Químico Intuitivo. *Educ. quím.* 16(4) 114.
- Talanquer, V. (2011). [School Chemistry: The Need for Transgression](#). *Science & Education*, Online First.
- Van Aalsvoor, T. J. (2004). Logical positivism as a tool to analyze the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. *International Journal of Science Education*, 26, 1151–1168.
- Van Brakel, J. (1997). Chemistry as the science of the transformation of substances. *Synthese*, 111(3), 253–282.
- Van Brakel, J. (1999). On the neglect of the philosophy of chemistry. *Foundations of Chemistry*, 1, 111–174.
- Van Brakel, J. (2000). *Philosophy of chemistry. Between the manifest and the scientific image*. Leuven: Leuven University Press.
- Vihalemm, R. (2007). Philosophy of chemistry and the image of science. *Foundations of Science*, 12(3), 223–234.
- Vihalemm, R. (2011). The autonomy of chemistry: Old and new problems. *Foundations of Chemistry*, 13(2), 97–107.
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational Psychologist*, 25(1), 3–17.

ⁱ Estes programas estão disponíveis no site da revista HYLE (www.hyle.org).