

Jardins Químicos, Stéphane Leduc e a Origem da Vida

Luciana Aparecida Farias

O principal objetivo deste trabalho é resgatar a história dos jardins químicos, que foi esquecida ao longo do tempo. Sites, principalmente em português, não mencionam a história e, se o fazem, é de forma superficial. Stéphane Leduc e o seu trabalho são raramente citados, o que não ajuda o estudante de química compreender a importante contribuição desse estudo para a construção do conhecimento científico a respeito da origem da vida. Atualmente, estudos vêm mostrando que fatos relacionados com a história têm sido sugeridos como alternativas para melhorar o ensino de química.

► jardins químicos, interdisciplinaridade, ensino de química ◀

152

Recebido em 08/08/2012, aceito em 19/04/2013

Ao digitarmos a expressão jardim químico ou jardins de sílica num *site* de buscas, com certeza, teremos como retorno algumas dezenas de *sites* que apresentam dicas ou roteiros de como produzir o seu próprio jardim químico¹.

Embora o termo jardim químico, na verdade, abranja uma diversidade de reações de precipitação em um sistema, o mecanismo geral é baseado na formação de uma membrana coloidal, semipermeável, a partir da reação entre um sal de um metal (M), que é introduzido em uma solução contendo ânions, tais como aluminatos ou silicatos. Quando os cristais do sal são imersos em uma solução de silicato de sódio (Na_2SiO_3), por exemplo, forma-se uma membrana semipermeável de MSiO_3 em torno deste. Durante o processo, a concentração de sal dentro da membrana fica mais alta que no restante da solução, favorecendo a osmose (a passagem de solvente do meio menos concentrado para o mais concentrado). A

entrada de água provoca o estiramento da membrana e, em seguida, o seu rompimento. O cristal volta a ter contato com a solução e o processo se repete. Esse rompimento ocorre pela parte superior porque o fluxo de água do exterior para o interior da membrana leva à formação de uma coluna hidrostática até que o aumento de pressão seja suficiente para restabelecer o equilíbrio (fluxo de mesma intensidade nos dois sentidos). Esse processo se repete à medida que se formam novas membranas e o jardim vai crescendo no sentido ascendente (Thouvenel-Romans et al., 2003).

No final da década de 1990, trabalhos científicos reconheceram inclusive a importância dessas estruturas como, por exemplo, no

estudo que mostra que os tubos formados nos jardins químicos são nanoestruturas hierárquicas e as paredes formadas são quimicamente ativas, sendo poderosos catalisadores ácidos de Brønsted (Collins et al., 1999). A obtenção de catalisadores sólidos são um dos objetivos perseguidos na química verde (Prado, 2003). Além desses e de outros aspectos intrigantes, os jardins químicos também são protótipos de estruturas permanentes auto-organizadas, incluindo fibras

A primeira referência escrita a respeito dos jardins de sílica é reconhecida como sendo feita por Johann Rudolph Glauber em 1646 (Hazlehurst, 1941). Clunies Ross (1910) descreve o crescimento de jardins de sílica, sugerindo que o processo ocorreria devido à pressão osmótica, uma hipótese posteriormente confirmada (Collins et al., 1998). Isso foi também muito estudado por Stéphane Leduc (1911), que utilizou esse experimento para acirrar ainda mais os já intensos debates com relação à origem da vida.

Esta seção contempla a história da Química como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído.

ocas em cimento Portland e produtos de corrosão tubulares em aço (Collins et al., 1998). Todavia, o estudo acerca dessas curiosas formas é antigo. A primeira referência escrita a respeito dos jardins de sílica é reconhecida como sendo feita por Johann Rudolph Glauber em 1646 (Hazlehurst, 1941). Clunies Ross (1910) descreve o crescimento de jardins de sílica, sugerindo que o processo ocorreria devido à pressão osmótica, uma hipótese posteriormente confirmada (Collins et al., 1998). Isso foi também muito estudado por Stéphane Leduc (1911), que utilizou esse experimento para acirrar ainda mais os já intensos debates com relação à origem da vida.

O objetivo principal do presente artigo é resgatar a história com relação ao estudo dos jardins químicos, a qual se perdeu ao longo do tempo. Os sites, principalmente os em português, não fazem menção à história ou, quando o fazem, é de maneira superficial. Stéphane Leduc e o seu trabalho são raramente citados, fazendo com que o estudante de química não tenha a adequada compreensão da importante contribuição que esse estudo forneceu para a construção do conhecimento científico a respeito da origem da vida. É sabido que fatos ligados à história têm sido sugeridos como alternativas que visam a melhorias no ensino de ciências e química. Sendo que pesquisas recentes descritas na literatura buscam relacionar o uso da história com objetivos de um letramento científico que busque romper com as imagens deformadas da ciência (Rodrigues et al., 2010; Fernadez et al., 2010).

Stéphane Leduc e os jardins químicos: uma contribuição nas discussões a respeito da origem da vida no início do século XX

A própria natureza da ciência experimental é observar o mundo ao nosso redor, questioná-lo, intervir nele, a fim de ampliar o leque de observações possíveis, e, então, modelá-lo, a fim de explicá-lo. Para químicos e físicos, por exemplo, explicar o universo e a própria vida, significa, acima de tudo, tentar compreendê-la, a fim de usá-la, controlá-la, copiá-la e até mesmo recriá-la. (Leduc, 1911, pág. 3)

Para alguns estudiosos, a Teoria da Geração Espontânea ou Teoria da Abiogênese de certa forma sempre permeou o imaginário do ser humano (Maccartney, 1920). Desde a antiguidade, doutrinas religiosas na Índia, Babilônia e Egito, por exemplo, entendiam o surgimento de animais como rãs, cobras e crocodilos como sendo manifestações da vontade dos deuses, surgindo espontaneamente a partir do lodo dos rios. Mesmo Aristóteles, (384-322 a.C.), que reconhecidamente

Para alguns estudiosos, a Teoria da Geração Espontânea ou Teoria da Abiogênese de certa forma sempre permeou o imaginário do ser humano (Maccartney, 1920). Desde a antiguidade, doutrinas religiosas na Índia, Babilônia e Egito, por exemplo, entendiam o surgimento de animais como rãs, cobras e crocodilos como sendo manifestações da vontade dos deuses, surgindo espontaneamente a partir do lodo dos rios. Mesmo Aristóteles, (384-322 a.C.), que reconhecidamente influenciou diversas áreas do conhecimento, elaborou uma dessas teorias, cuja aceitação se manteve durante séculos.

influenciou diversas áreas do conhecimento, elaborou uma dessas teorias, cuja aceitação se manteve durante séculos. Para esse filósofo grego, haveria um “princípio vital” capaz de transformar matéria inanimada em um ser vivo, ou seja, materiais brutos conteriam um “princípio ativo”, isto é, uma “força vital” capaz de comandar uma série de reações que culminariam com a súbita transformação do material inanimado em seres vivos (Aristóteles, 1970).

De Aristóteles até os dias de hoje, existiram diferentes visões a respeito dessa questão como, por exemplo, a do jesuíta Athanasius Kircher (1602-1680), um dos mais entusiastas dessa teoria e, com certeza, um dos mais influentes teóricos da geração espontânea no século XVII que, a partir das ideias paracelsianas, acreditava que a “semente universal” da vida

tinha a natureza de um “vapor sulfuro-salinomercurial”. Esse vapor era, para Kircher, dotado de um “espírito arquitetônico” (*spiritus architectonicus*) (Hirai, 2007). Todavia, como peça fundamental na construção do conhecimento científico, a oposição à Teoria da Abiogênese também teria o seu lugar de destaque na história, sendo que um dos primeiros a ser contrário à “teoria oficial” da geração espontânea foi o médico e naturalista florentino Francesco Redi (1626-1697). Em resposta a Aristóteles, Redi demonstrou experimentalmente que só aparecem larvas de moscas na carne podre quando deixamos moscas pousar nessa carne (Vasconcelos et al., 2010).

Contudo, a dúvida com relação à origem da vida persistia e a teoria da geração espontânea ainda estaria longe de ser completamente abandonada. Ernst Mayr (2008) discute que sempre houve os dois lados nessa questão: os chamados mecanicistas ou fisicalistas, alegando que os organismos vivos não eram, na verdade, nada diferentes da matéria inanimada; e os chamados vitalistas, reivindicando, por sua vez, que os organismos vivos possuíam propriedades que não poderiam ser encontradas na matéria inerte e que, portanto, conceitos e teorias a respeito da origem da vida não poderiam ser reduzidos às leis da física e da química. Em alguns períodos e centros intelectuais, os fisicalistas pareciam vencer o debate e, em outras épocas e locais, os vitalistas pareciam prevalecer.

Na verdade, os debates eram tão acirrados que, segundo alguns autores, os chamados vitalistas, insatisfeitos com o modelo mecanicista do universo, perceberam que não poderiam simplesmente sobrepor à monumental física de Galileu e Newton, aos princípios metafísicos de Aristóteles e a filósofos medievais. No entanto, convictos da sua verdade e para comprovar a existência da teleologia, começaram a se engajar em experimentos científicos do mesmo estilo daqueles empregados por Galileu para demonstrar que a Terra se move, conforme discute Puttini (2007). Este cita

como exemplo o experimento de Hans Driesch que, na última década do século XIX, tentou comprovar a existência de um princípio vital teleológico (intitulado *entelechia*), dividindo ao meio um embrião de ouriço-do-mar que se encontrava numa fase de desenvolvimento composta de duas células (blastômeros). Observou-se que um blastômero veio a se desenvolver por inteiro, regenerando a parte perdida. Esse resultado foi interpretado por Driesch como indicador da ação da *entelechia* sobre o blastômero, conduzindo-o para uma meta (telos), que seria a forma do ouriço em sua completude (Puttini e. col., 2007).

Entretanto, apesar de toda a discussão, o mistério continuava. Qual a forma primordial, na qual a vida pela primeira vez respirou? Terá sido a origem da vida na Terra um simples acaso em um universo estéril? A física e a química podem nos dar muitas explicações, mas poderá nos ajudar a explicar o primeiro segundo? O primeiro sopro de vida? Sem dúvida nenhuma, um problema considerável a se responder e sobre o qual muito se debruçou o estudioso Stéphane Leduc.

Nascido na França, na cidade de Orvault, em 9 de novembro de 1853 e falecido em sua casa em Nantes em 8 de março de 1939, foi médico e físico-químico. Contudo, há pouca informação a respeito da vida de Leduc antes de ele iniciar suas atividades profissionais. Uma breve biografia dele, quando este inicia sua atuação na área da saúde na Grã-Bretanha, pode ser encontrada no trabalho de *Suzanne Ballereau-Dallongeville*, na qual a autora destaca a descoberta de Leduc para a causa de uma epidemia de cólera que assolava Nantes em 1884; o seu sucesso, em 1888, em resolver uma epidemia de febre tifoide em Nantes ao substituir os tubos de esgotos a céu aberto pelos conhecidos ralos; bem como nos estudos da terapia eletrolítica publicados em monografias no *Journal des Praticiens*, na *Quinzaine Thérapeutique*, no *Lancet* e nos *Archives d'électricité médicale*, entre outros, os quais objetivam mostrar a viabilidade dessa terapia no tratamento de inúmeras doenças (Ballereau-Dallongeville, 1965).

Depois de ter complementado sua habilitação em medicina com a formação na área física, Leduc mantém ao longo de sua vida um interesse particular nas questões sobre o desenvolvimento e funcionamento da matéria viva. Essa dupla experiência marcará toda a sua carreira. A partir de 1880, dedicou-se com afinco aos estudos que exploravam a origem da vida, usando ferramentas e conceitos da física e foi por esse fato que ele conseguiu ocupar a cadeira de Física Médica na Faculdade de Medicina de Nantes em 1883. Sendo que seus primeiros artigos referentes ao tema foram publicados nesse mesmo ano (Tirard, 2009).

Um novo século se aproximava e, com ele, o início de um aceleração nunca visto antes nos estudos e nas descobertas científicas. Leduc acreditava, nessa época, ter fundado uma nova disciplina, a biologia sintética, ou seja, o estudo de quais condições físico-químicas poderiam produzir formas e estruturas análogas às dos seres vivos. Para ele, conforme detalharemos mais à frente, a vida era uma forma particular de movimento da matéria, um conjunto harmônico de movimentos de líquidos que seriam uma manifestação da mesma

energia molecular que estava contida na matéria não viva. Assim, para Leduc, não haveria barreira intransponível entre o inanimado e o animado e, portanto, os experimentos que explorassem a propagação e o crescimento osmótico deveriam permitir a obtenção de vida em laboratório. Evelyn Fox Keller (2009) argumenta de forma relevante como Leduc se baseia nos estudos de Lamarck para elaborar sua argumentação sobre as causas físicas que dão origem aos fenômenos da vida e como o movimento é fundamental nesse processo.

Nesse período, Leduc estuda principalmente os fenômenos de difusão, da osmose e as propriedades dos coloides, pois era pensamento corrente entre biólogos e químicos da época que, se fosse possível conhecer com maior profundidade essas propriedades e funcionamento destes, seria possível explicar o funcionamento da própria vida. Foram duas décadas de trabalho incansável e repetitivo, durante o qual Leduc ganhou notável compreensão e intuição excepcionais no que diz respeito às substâncias e aos fenômenos físico-químicos sobre os quais ele concentrou toda a sua energia experimental, culminando em seu mais importante trabalho: o livro *Théorie physicochimique de la vie*, o qual ganharia uma versão em inglês sob o título *The Mechanism of Life* em 1911 (Figura 1).



Figura 1: Capa da edição inglesa do livro de Stéphane Leduc (1911).

O livro é bem aceito, recebendo um prefácio elogioso, escrito por W. Deane Butcher, então presidente da Röntgen Society e do Electro-Therapeutical Section of the Royal Society of Medicine:

Não há, penso, nenhum espetáculo mais maravilhoso e esclarecedor do que o crescimento osmótico,

- um pedaço bruto de matéria inanimada germinando diante de nossos olhos, fazendo brotar raiz e caule, raiz e ramo e folhas e frutos, sem estímulo a partir de germe ou semente, mesmo sem a presença de matéria orgânica. Este crescimento mineral não é mera cristalização como muitos supõem [...]. Ele imita a forma, a cor, a textura, e até mesmo a estrutura microscópica do crescimento orgânico tão intimamente como para enganar os próprios eleitos. (Leduc, 1911, p. 3)

W. Deane Butcher continua seu relato destacando a atenção que o trabalho de Leduc vinha recebendo, principalmente porque esbarrava na polêmica questão da geração espontânea. Contudo, é importante destacar que o *The mechanism of life* também vinha sofrendo oposição por parte de alguns estudiosos: entre eles, Henri Bergson, Prêmio Nobel de Literatura de 1927. Em cujo *A evolução criadora* (1907), o filósofo francês discorre sobre o problema da existência humana e assevera que a mente – energia pura, impulso vital – é responsável por toda evolução orgânica (Bergson, 2010). No entanto, a despeito das críticas, o livro de Leduc prometia contribuir para o avanço do conhecimento científico da época, a partir do entendimento do mecanismo pelo qual a natureza constrói a desconcertante variedade de suas formas existentes.

Para tanto, Leduc inicia a introdução de seu livro relatando a grande dificuldade de se definir o que é vida. Segundo ele, esta, até então, ainda era considerada por muitos como um fenômeno completamente separado de outros fenômenos da natureza², principalmente porque a ciência ainda se mostrava totalmente incapaz de fornecer uma definição convincente para a sua origem. Em sua lógica, raciocina que os seres vivos são uma arena onde as mesmas leis químicas e físicas que regem toda a natureza se encontram para constituir o jogo da vida. Se uma definição plausível de vida era ainda difícil de ser dada, isso ocorria devido à dificuldade de se limitar à muito tênue linha de demarcação da passagem do inanimado à vida, o que para os vitalistas era considerado o sopro divino. Então como resolver esse mistério? A chave seria a nutrição e o estudo das formas, acreditava Leduc. Ou seja, para ele, os seres vivos não se originam de um sopro sobrenatural, mas na verdade, são o resultado do jogo das leis naturais. O foco, portanto, deveria ser compreender os princípios básicos de sua formação e de suas estruturas sutis e enigmáticas. O estudo da morfogênese, portanto, viria complementar essa questão.

Por fim, a introdução do seu livro é encerrada com um destaque à teoria da evolução de Charles Darwin:

A cadeia da vida é um processo contínuo, que se inicia com o mineral e culmina em organismos mais

complexos. Não podemos aceitar que essa cadeia seja quebrada em qualquer ponto, ou que há um elo perdido entre a natureza animada e inanimada. Só assim pode a teoria da evolução se tornar um inspirador e fértil, mas ao mesmo tempo racional campo de pesquisa. (Leduc, 1911, p. 4)

Se uma definição plausível de vida era ainda difícil de ser dada, isso ocorria devido à dificuldade de se limitar à muito tênue linha de demarcação da passagem do inanimado à vida, o que para os vitalistas era considerado o sopro divino. Então como resolver esse mistério? A chave seria a nutrição e o estudo das formas, acreditava Leduc. Ou seja, para ele, os seres vivos não se originam de um sopro sobrenatural, mas na verdade, são o resultado do jogo das leis naturais.

No capítulo I, intitulado *Vida e seres da vida*, Leduc discorre a respeito de algumas concepções a respeito do que poderia ser considerado vida. Inicia suas reflexões com o homem primitivo para qual o movimento era a expressão de vida, sendo, portanto, a mitologia grega apenas a expressão poética dessa primitiva concepção e chega até Marie-François-Xavier Bichat, fisiologista e anatomista francês

do século 18, para quem a vida seria na verdade um conjunto de funções que resistem à morte. Contudo, argumenta que essa definição em termos de morte é insuficiente, pois a morte é o fim da vida e, portanto, esta não pode ser definida sem a aceção da primeira. Cita também Claude Bernard, médico e fisiologista francês (1813-78), célebre por suas notáveis descobertas sobre a fisiologia da digestão e por seus trabalhos sobre o sistema nervoso. Para Bernard, todas as definições do que seria vida, discutidas até então, seriam insuficientes e incompatíveis com a ciência experimental. Leduc segue seu raciocínio, trazendo outras concepções. Seria vida a sensibilidade ou a irritabilidade frente a um estímulo externo como afirmavam alguns fisiologistas da época? Ou seria a nutrição, fenômeno pelo qual um organismo vivo absorve a matéria de seu ambiente, assimila-a pela transformação química e, por fim, devolve novamente os produtos dessa metamorfose para o meio circundante? Acredita que não. Também discorda daqueles que acreditam que a vida poderia ser definida a partir do crescimento e da organização. Para Leduc, desde que, então, somos totalmente incapazes de definir o exato limite que separa a vida do que não é vida a partir dos fenômenos físicos da natureza, poderíamos razoavelmente concluir que não existiria essa separação. Isso estaria em conformidade com a lei de continuidade, o princípio que afirma que todos os fenômenos da natureza são contínuos no tempo e no espaço. Segundo essa concepção, classes, divisões e separações seriam todas artificiais, feitas não pela natureza, mas pelo homem. Todas as formas e os fenômenos da natureza estão unidos por imutável transição, sendo impossível separá-los. Portanto, não haveria distinção entre seres vivos e não vivos. Para Leduc, deveríamos nos contentar com uma definição relativa, pois a vida só pode ser definida como a soma de todos os fenômenos exibidos pelos seres vivos, e sua aceção torna-se assim mero corolário para a definição de um ser vivente.

Na introdução, conforme citado anteriormente, Leduc já assinalava que, para se começar a entender o fenômeno

da vida, a chave seria o estudo da nutrição e das formas. Para desdobrar essa ideia, nos próximos três capítulos (II, III e IV), introduz a definição de solução, discorre sobre leis físico-químicas que regem estas, destaca a diferença de comportamento entre soluções ideais e eletrolíticas (que ele chama de líquidos cristaloides) e introduz o conceito de coloides (denominado por ele de não cristaloides, segundo definição dada por Graham)³, cujo comportamento não era ainda de todo compreendido na época. Nesses capítulos, Leduc reforça que a base da ciência biológica deveria ser o estudo das soluções e dos fenômenos que ocorrem quando duas soluções diferentes entram em contato, quer seja esse contato direto ou separado por uma membrana. Este seria o fenômeno elementar da vida na opinião do biofísico francês.

Essa crença fez com que o estudo da difusão e da osmose fosse fundamental. Nesse sentido, o capítulo V é o cerne desse livro e onde Leduc aborda esses conceitos e os relaciona com o funcionamento do organismo.

A relação entre os fenômenos da osmose e difusão na morfogênese de uma grande variedade de padrões geométricos e células artificiais também é estabelecida no capítulo V. Leduc chama atenção para o fato de um simples processo de difusão poder produzir tais estruturas em condições muito semelhantes àquelas que ocorrem no desenvolvimento dos tecidos em um organismo vivo (Figura 2). Ele consegue demonstrar que formas complexas (muito similares em complexidade às que são encontradas no mundo vivo) poderiam ser obtidas por processos físico-químicos, desempenhando um papel importante na história da ciência ao refutar os argumentos vitalistas.

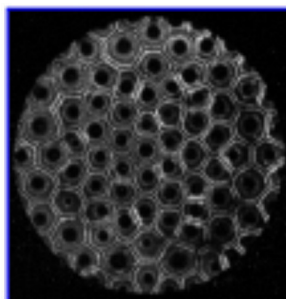


Figura 2: Tecido desenvolvido a partir de células artificiais formado pela difusão em gelatina de gotas de ferrocianeto de potássio (Leduc, 1911).

Leduc encerra o seu livro fazendo algumas considerações finais a respeito da evolução e da geração espontânea. Ele reforça que os produtos da natureza foram divididos em classes, gêneros e espécies simplesmente para facilitar o seu estudo, pois a investigação científica vinha demonstrando que não existia uma linha clara de demarcação entre os reinos animal, vegetal e mineral. Toda classificação é artificial e a passagem de uma divisão para outra é gradual e não perceptível. Segue o seu raciocínio final argumentando que, apesar de a maioria dos cientistas da época parecerem considerar que o problema da Geração Espontânea havia sido definitivamente resolvido, uma vez que os experimentos de *Pasteur* mostraram que um líquido

esterilizado, mantido em um tubo fechado, mantiveram-se estéreis, segundo Leduc, muitos estudos ainda deveriam ser conduzidos para uma conclusão final.

Por fim, conclui que, apesar da ação morfogênica da difusão produzir crescimentos osmóticos de extrema variedade, o estudo da osmose era ainda incipiente, sendo que as produções osmóticas variavam muito com as condições físico-químicas do experimento: temperatura, concentração, entre outras. O estudo da ação organizadora a partir da osmose em material orgânico ainda não havia sido totalmente elucidado.

Considerações finais

Longe de pretender esgotar o tema, este artigo buscou principalmente contribuir para resgatar a história de um experimento muito utilizado no ensino de química e a qual se perdeu ao longo do tempo. Apesar do impacto causado na época pelos seus estudos, o estudioso que cunhou o termo biologia sintética é pouco lembrado atualmente, conforme discute Keller (2004). Todavia, não podemos negar que as ideias e as formas obtidas por Leduc atenderam a uma necessidade urgente da época, embora não possam ser aceitas atualmente⁴, mas que ainda podem constituir rico material para um ensino interdisciplinar de ciências, química e biologia.

A partir desse experimento simples, estudantes, mediados pelos professores, podem analisar retroativamente a história da ciência e de forma a constatar que ela não foi linear, que não teve uma evolução de baixo para cima, sempre certa, desinteressada e altruísta. A evolução da ciência, assim como a evolução da vida postulada por Darwin, foi uma evolução composta de ramificações e permeada pelo inesperado, proporcionado pelos erros. Conhecer conteúdos específicos de química ou de ciências a partir dessa compreensão fará com que esses estudantes tenham a consciência que o determinismo ao sucesso não existe, seja ele científico, econômico, ambiental ou mesmo nós como espécie. Exigindo de todos nós a reflexão sobre o que Edgar Morin chamou de ecologia da ação: a atitude que se toma quando uma ação é desencadeada e escapa ao desejo e às intenções daquele que a provocou, desencadeando influências múltiplas que podem desviá-la até para o sentido oposto ao intencionado. Essa nova postura é importante em qualquer área, mas fundamental na resolução dos graves problemas ambientais com os quais nos defrontamos e cuja solução é obrigatoriamente interdisciplinar (Morin et al., 1998).

É importante que possamos todos nós, professores, do ensino superior ou não, refletir na urgência das mudanças na nossa prática docente, a fim de que consigamos estudantes mais conscientes das inúmeras possibilidades de tradução, reconstrução e interpretação que um mesmo conhecimento pode adquirir, dependendo da lente utilizada para analisá-lo. Ou seja, estudantes que tenham a consciência de que as futuras decisões devem ser tomadas sempre contando com o risco do erro e do inesperado e de forma interdisciplinar, haja

vista a complexidade dos problemas atuais e que constituem um verdadeiro desafio para o conhecimento.

Notas

¹ <http://www.dctc.puc-rio.br/prof.com.ciencia/Artigos/Jardins%20Químicos.pdf>. Acessado em: 30 jul. 2012.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABdL4AB/jardins-quimicos>. Acessado em: 30 jul. 2012.

<http://www.seara.ufc.br/sugestoes/quimica/quimica027.htm>. Acessado em: 30 jul. 2012.

http://oficina.cienciaviva.pt/~pv0625/mostra_ciencia_viva_protocolo_jardim_quimico.htm. Acessado em: 30 jul. 2012.

² Uma clara alusão à corrente vitalista.

³ Graham (1805-1869) introduziu os termos coloides e diálise em um estudo sobre a difusão da matéria nos estados

gasoso e líquido. O termo coloide, do grego, significa cola e, na época, referiu-se às soluções de goma arábica, substância sem estrutura definida e de natureza viscosa, hoje conhecida como macromolécula. A goma arábica (coloide) difundia mais lentamente que soluções de sais (cristaloide) (Jafelicci et al., 1999).

⁴ Entretanto, o sonho de Leduc, de certa forma, pode estar próximo de ser realizado. Em 21 de maio de 2010, o pesquisador John Craig Venter anuncia a fabricação de uma bactéria com genoma artificial. A biologia sintética poderá ser em breve um grande mercado, visto existirem muitas peças que possibilitam a construção de vírus, bactérias ou leveduras (Geografia Hoje, 2012).

Luciana Aparecida Farias (lufarias2@yahoo.com.br), licenciada em Química e doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo, é professora adjunto da Universidade Federal de São Paulo. Diadema, SP – BR.

Referências

ARISTÓTELES. *Historia animalium*. Cambridge: Harvard University Press, 1970.

BALLEREAU-DALLONGEVILLE, S. *L'oeuvre scientifique de Stéphane Leduc, médecin at physicien nantais*. Thèse pharmacie, Nantes, 1965.

BERGSON, H. A evolução criadora. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

COLLINS, C.; ZHOU, W.; MACKAY, A.L. e KLINOWSKI, J. The silica garden: a hierarchical nanostructure. *The Journal of Physical Chemistry Letters*, n. 286, p. 82-92, 1998.

COLLINS, C.; MOKAYA, R.; KLINOWSKI, J. NMR and ESCA studies of the 'silica garden' Brønsted acid catalyst. *Physical Chemistry Chemical Physics*, n. 1, p. 3685-3687, 1999.

FERNÁNDEZ, L.C.; GÁTICA, M.Q. e BLANCAFORT, A.M. La importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência e educação*, n. 16, p. 277-291, 2010.

GEOGRAFIA HOJE. *A época dos organismos geneticamente fabricados*. Disponível em: <http://geografianovest.blogspot.com/2010/11/epoca-dos-organismos-geneticamente.html>. Acessado em: ago. 2012.

HAZLEHURST, T.H. Structural precipitates: the silicate garden type. *Journal of Chemical Education*, n. 18, p. 286-289, 1941.

HIRAI, H. Athanasius Kircher's chymical interpretation of the creation and spontaneous generation. In: PRÍNCIPE, L.M. (Ed.). *History of alchemy and chemistry*. New York: Science History, 2007.

KELLER, E.F. *Expliquer la vie: modèles, métaphores et machines en biologie du développement*. Bibliothèque des sciences humaines, Gallimard, 2004.

KELLER, E.F. *Self-organization, self-assembly, and the inherent activity of matter*. UPPSALA UNIVERSITY (THE HANS RAUSING LECTURE), 2009.

JAFELICCI, M.J. e VARANDA, L.C. O mundo dos coloides. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 9-13, 1999.

LEDUC, S. *The mechanism of life*. London: Rebman, 1911.

MACCARTNEY, E.S. A geração espontânea e noções semelhantes na antiguidade. *Transactions of the American Philological Association*, n. 51, p. 101-115, 1920.

MAYR, E. *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MORIN, E.; CARVALHO, E.A.; ALMEIDA, M.C.; COELHO, N.N. e FIEDLER-FERRARA, N. *Ética, solidariedade e complexidade*. São Paulo: Palas Athena, 1998.

PRADO, A.C.S. Química verde, os desafios da química no novo milênio. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

PUTTINI, R.F. e PEREIRA JUNIOR, A. Além do mecanicismo e do vitalismo: a "normatividade da vida" em Georges Canguilhem. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, n. 17, p. 451-464, 2007.

RODRIGUES, R.S. e SILVA, R.R.A. A história sob o olhar da química: as especiarias e sua importância na alimentação humana. *Química Nova na Escola*, n. 32, p. 84-89, 2010.

THOUVENEL-ROMANS, S. e STEINBOCK, O.J. Oscillatory growth of silica tubes in chemical gardens. *Journal of the American Chemical Society*, n. 125, p. 4338-4341, 2003.

TIRARD, S. Stéphane Leduc (1853-1939). De la médecine à la biologie synthétique. *Histoire de Sciences Médicales*, n. 1, p. 67 a 72, 2009.

VASCONCELOS, A. e MAGALHÃES, F.O. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. *Scientiae Studia*, n. 8, p. 367-388, 2010.

Abstract: *Chemical Gardens, Stéphane Leduc and Origin of Life*. The main purpose of this paper is to restore the history, which has been forgotten over time, of the study of Chemical Gardens. Websites, mainly websites in Portuguese, do not mention the history and if they do, it is mentioned only in passing. Stéphane Leduc and his work are rarely mentioned which does not help the chemistry student understand the important contribution of this study for the construction of scientific knowledge about the origin of life which does not help the chemistry student understand the important contribution of this study for the construction of scientific knowledge. Presently, facts linked to the history have been suggested as alternatives to improve the teaching of Chemistry.

Keywords: Chemical Gardens, Interdisciplinarity, Teaching Chemistry.