

## QUÍMICA AMBIENTAL E QUÍMICA VERDE: COMO SE INTEGRAM ÀS ÁREAS TRADICIONAIS DA QUÍMICA NA VISÃO DE GRADUANDOS

**PORTO ALVES, P. (1); CORIO, P. (2); MAXIMIANO, F. (3) y FERNANDEZ, C. (4)**

(1) Departamento de Química Fundamental. Universidade de São Paulo [palporto@iq.usp.br](mailto:palporto@iq.usp.br)

(2) Universidade de São Paulo. [paola@iq.usp.br](mailto:paola@iq.usp.br)

(3) Universidade de São Paulo. [famaxim@iq.usp.br](mailto:famaxim@iq.usp.br)

(4) Universidade de São Paulo. [carmen@iq.usp.br](mailto:carmen@iq.usp.br)

---

### Resumen

Este trabalho investiga as concepções de alunos de graduação em química da Universidade de São Paulo (USP) a respeito do *status* da Química Ambiental e da Química Verde em relação ao conjunto do conhecimento químico. O estudo foi feito através da análise de quatorze mapas conceituais produzidos por alunos do terceiro ano de graduação considerando-se as concepções manifestadas a respeito da química ambiental e da química verde, bem como as relações estabelecidas entre elas e as cinco áreas tradicionais da química. De modo geral, os alunos encontram dificuldades em expressar concepções abrangentes e integradoras a respeito de química ambiental e química verde, conforme sugerem os objetivos atuais para o ensino de química. Os resultados mostram forte influência da estrutura curricular dos diferentes cursos sobre as concepções dos alunos.

---

### Objetivo

O objetivo deste trabalho é investigar como os estudantes de graduação em química, das diferentes modalidades oferecidas pela Universidade de São Paulo (USP), entendem as relações entre as diversas “subdivisões” nas quais se organiza o conhecimento químico. Para isso, considerou-se para investigação como os alunos concebem as relações entre duas áreas relativamente novas da química - “Química Ambiental” e “Química Verde” - e as cinco áreas tradicionais (química analítica, inorgânica, orgânica, físico-química e bioquímica).

### Marco Teórico

A subdivisão da Química em cinco áreas prevalece nos currículos de graduação, apesar das recentes

mudanças curriculares e da inserção de novas abordagens para o ensino. A persistência dessa estrutura pode ser atribuída a dois fatores principais: a organização institucional das Universidades, nas quais departamentos e grupos de pesquisa tradicionalmente reproduzem essas áreas; e os livros didáticos, geralmente introdutórios às áreas (Goedhart, 2007). Por outro lado, atualmente se requer diferentes abordagens para o ensino de Química. A escalada dos problemas ambientais, e uma série de implicações econômicas deles decorrentes, coloca novos desafios aos profissionais da Química. As novas demandas na formação do químico incluem: passar do ensino disciplinar para o interdisciplinar; e passar da ênfase na aprendizagem de algoritmos para habilidades como formulação de perguntas, pensamento crítico sistemático, resolução de problemas, tomada de decisões, raciocínio avaliativo (Zoller, 2005). A Química Ambiental, devido a suas características – ser interdisciplinar, relevante, aplicada, integradora, repercutir junto ao público em geral, e ser global em sua abrangência – deve ocupar um papel fundamental na formação dos químicos. A perspectiva adquirida no estudo da Química Ambiental, tanto em termos do desenvolvimento de habilidades, como da necessária consciência para a sustentabilidade, deverá orientar a atuação do profissional de Química seja no sistema produtivo, seja como educador em quaisquer níveis de ensino.

Este trabalho investiga as concepções de alunos de graduação em Química (em diferentes modalidades) a respeito do *status* da Química Ambiental (QAmb) e da Química Verde (QV) em relação ao conjunto do conhecimento químico. Diversas razões levaram à escolha dessas concepções como objeto de análise. A QAmb pode ser entendida como um campo de estudo para o qual convergem as áreas tradicionais da Química, a fim de estudar um objeto complexo, o ambiente. Por outro lado, “Química Ambiental” é também uma das modalidades de graduação em análise. Buscamos assim investigar se os alunos desenvolveram uma concepção mais abrangente da QAmb, ou se a vêem como mais uma área da Química, refletindo, neste último caso, a estrutura curricular do curso. Outro conceito escolhido por seu potencial de promover a integração do conhecimento químico foi o de “Química Verde”, definida como “a invenção, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos visando reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas” (Anastas e Kirchhoff, 2002). A conexão entre os objetivos da QV, seus conceitos, e as áreas de pesquisa a ela relacionadas nem sempre ficam claramente expressos, mesmo entre especialistas e pesquisadores (Mestres, 2005). Torna-se assim importante investigar como essa integração é feita (ou não) entre estudantes de Química.

### **Metodologia**

Participaram desse estudo 23 alunos do Bacharelado em Química (BAC) e 27 do Bacharelado em Química Ambiental e da Licenciatura em Química (QAL) do Instituto de Química da USP. Esses alunos de terceiro ano produziram mapas conceituais - instrumentos bem estabelecidos na área de ensino de ciências (Novak e Gowin, 1988) - buscando expressar a organização da ciência Química em áreas e sub-áreas. Os mapas propiciaram aos estudantes a possibilidade de expressar suas concepções acerca da organização do conhecimento químico de maneira gráfica. Foi solicitado também um parágrafo explicativo. A discussão que se segue está baseada na análise de 14 mapas.

### **Desenvolvimento do Tema**

A Tabela 1 mostra o *status* recebido pela QAmb em comparação com aquele recebido pelas áreas tradicionais nos mapas produzidos por alunos das diferentes modalidades.

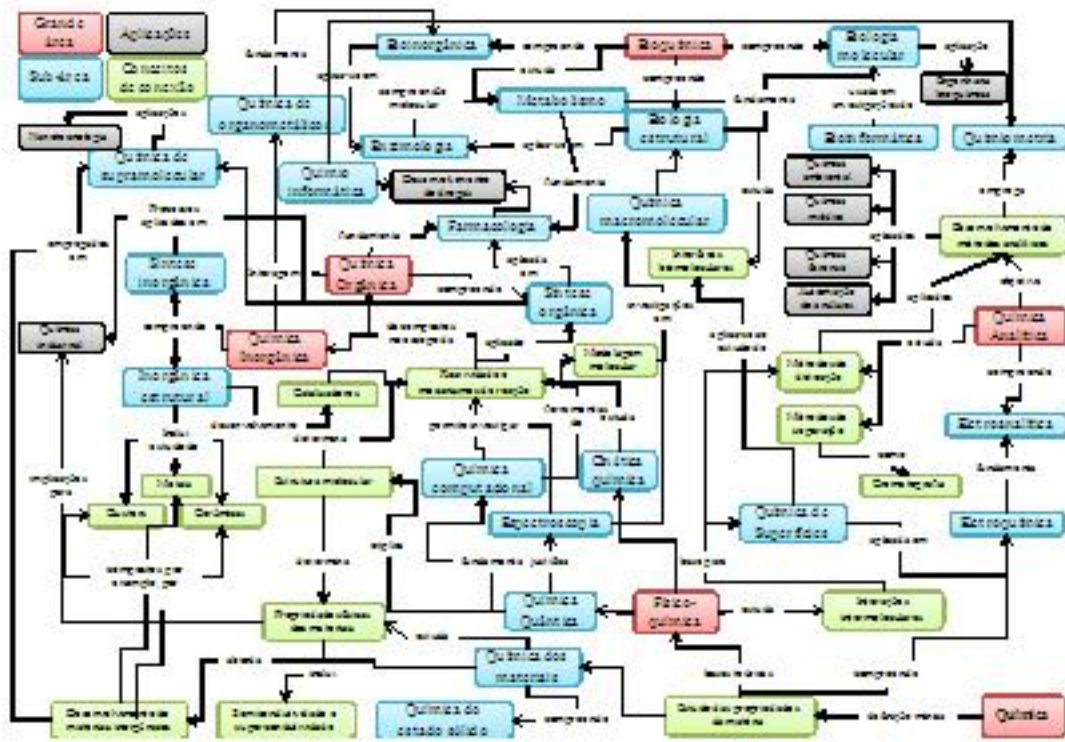
Status da QAmb	no. de mapas		
	curso: BAC	cursos: QAL	total
mesmo das áreas tradicionais	1	2	3
habilitação profissional	-	2	2
outro	2	3	5
ausente	3	1	4
<b>total</b>	6	8	

**Tabela 1.** Status da QAmb.

Observa-se que apenas 50% dos mapas produzidos por alunos do curso BAC incluem a QAmb, comparados aos 87% daqueles produzidos por alunos dos cursos QAL. Como era de se esperar, os currículos são determinantes da maneira como os alunos concebem a QAmb. As figuras 1 e 2 apresentam exemplos de mapas.



**Figura 1.** Fragmento de mapa construído por alunos do curso de QAL onde QAmb aparece com o mesmo status das áreas tradicionais.



**Figura 2.** Mapa construído por alunos do curso de BAC onde QAmb é incluída como uma aplicação do “desenvolvimento de métodos analíticos”, isto é, diretamente subordinada à Química Analítica.

O conceito “Química Verde” aparece explicitamente em cinco mapas (Tabela 2).

<i>Status da QV</i>	<b>Idéias associadas</b>	<b>Áreas associadas</b>	<b>Destaque dado à QV</b>
aplicação da química	sínteses utilizando QV; polímeros; materiais; química de superfícies.	QAmb (QV conecta FQ, QI e QO à QAmb)	pequeno
auxiliar para o ensino	reações verdes; reciclagem; processos industriais.	QAmb e QInd	médio
auxiliar para o ensino	auxilia a integração entre meio ambiente e educação.	QAmb e Ensino de Química	médio
aplicação da química	produção mais limpa, coeficiente de partição liga QV e QAmb à química do solo.	QAmb e QInd	grande
área da química	desenvolve novas tecnologias; estuda poluição.	QO	grande

**Tabela 2.** *Status da QV.*

Prevaecem as associações entre QV e QAmb. A QV também se relaciona à química industrial (QInd), sugerindo que os alunos a associam a modificações nos processos produtivos. A QV aparece também como auxiliar para o ensino ou como conceito introdutório no contexto da QAmb. Assim, os alunos parecem atribuir à QV o papel de orientadora das atividades do químico, ou seja, de uma atitude a ser assimilada em todas as suas esferas de atuação – como as próprias noções de segurança em laboratório, as quais, por sinal, aparecem com o mesmo tipo de *status* da QV em um desses mapas (Figura 3).





**Figura 3.** Mapa que mostra a área de ensino de Química fortemente relacionada à QAmb.

### Conclusões

A utilização de mapas conceituais mostrou-se uma estratégia útil para promover a reflexão dos graduandos a respeito da ciência Química. A análise da presença da QAmb e da QV nos mapas fornece evidências de que a estrutura curricular tem forte influência sobre as concepções dos alunos acerca da estrutura do conhecimento químico. Nos mapas dos alunos do curso de BAC, no qual essas áreas têm pouca participação no currículo, elas pouco aparecem, ou têm pequeno destaque. Porém, nos mapas dos alunos dos cursos que se voltam para habilitações profissionais em QAmb e Licenciatura, essas áreas aparecem em alguns casos com tanto destaque quanto as cinco áreas tradicionais.

Mais difícil de observar, entretanto, foi uma concepção que representasse QAmb em um situação de convergência das áreas tradicionais da Química. O mesmo se pode dizer em relação à concepção de QV não como uma sub-disciplina, mas como uma filosofia de trabalho a orientar a atuação do profissional da Química em seus diferentes aspectos. Entretanto, nos mapas em que ela aparece, em geral a QV ocorre em situações mais integradoras de áreas diferentes do que a própria QAmb. De todo modo, o desenvolvimento de concepções mais elaboradas a respeito de QAmb e QV entre os alunos, em consonância com as propostas atuais para o ensino de Química, deverá requerer mudanças substanciais nas características atuais dos cursos de graduação. Se o objetivo é fazer com que os alunos desenvolvam uma visão integrada da Química, tal visão precisa ser dispersa pelo currículo. Assim, este trabalho traz

elementos importantes para se pensar o currículo de Química praticado e subsidiar alterações.

### **Referências Bibliográficas**

Goedhart, M. J. (2007). *A new perspective on the structure of chemistry as a basis for the undergraduate curriculum*. *Journal of Chemical Education*, 84, pp. 971-976.

Zoller, U. (2005). *Education in Environmental Chemistry: Setting the Agenda and Recommending Action*. *Journal of Chemical Education*, 82, pp. 1237-1240.

Anastas, P. T. e Kirchoff, M. M. (2002). *Origins, current status, and future challenges of Green Chemistry*. *Accounts of Chemical Research*, 35, pp. 686-694.

Mestres, R. (2005). *Green Chemistry: Views and Strategies*. *Environmental Science & Pollution Research*, 12 (3), pp. 128-132.

Novak, J. e Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

### **CITACIÓN**

PORTO, P.; CORIO, P.; MAXIMIANO, F. y FERNANDEZ, C. (2009). Química ambiental e química verde: como se integram às áreas tradicionais da química na visão de graduandos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1527-1533  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1527-1533.pdf>