



Conhecimento didático do conteúdo sobre a química verde: O caso dos professores universitários de química

- Pedagogical Content Knowledge about green chemistry: for university professors of chemistry
- Conocimiento didáctico del contenido sobre la química verde: el caso de los profesores universitarios de química

Resumo

Uma das áreas de interesse dos investigadores em educação em ciências, é a relacionada com a ambientalização dos currículos de formação de professores, sendo essa ambientalização na educação mais próxima das ideias do Desenvolvimento Humano Sustentável (DHS). As considerações apresentadas neste trabalho enfocam os professores da universidade e a Licenciatura em Química com respeito aos saberes que eles têm quanto a abordagem da química sustentável, da química ambiental e da química verde, o que pode evidenciar diferentes níveis de ambientalização do currículo. Para a constituição de dados da pesquisa, foi feito um estudo documental dos anais dos eventos nacionais no Brasil sobre Educação Química e Ensino de Química. Os trabalhos encontrados foram analisados a partir das categorias do conhecimento didático do conteúdo (CDC): conhecimento que emerge da interação do conhecimento disciplinar, conhecimento metadisciplinar, conhecimento do contexto e o conhecimento psicopedagógico. Os resultados mostram uma insipiente abordagem da temática (química verde, química sustentável e ambiental) que não permite distinguir com grande destaque os saberes envolvidos, já que os professores não receberam formação pra isso. O anterior exposto permitiu-nos ponderar que os saberes dos docentes universitários são incipientes e fragmentados sobre o tema, ao mesmo tempo em que notamos a necessidade de realizarem-se pesquisas neste sentido dada a responsabilidade dos docentes da universidade na formação de novos professores na perspectiva da ambientalização curricular.

Palavras-chave:

Conhecimento Didático do Conteúdo (cdc), Química verde, Química sustentável, Ambientalização curricular, Saberes dos professores.

Diana Lineth Parga Lozano*

* Profesora del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. dparga@pedagogica.edu.co

Artículo recibido el 12-11-2015
y aprobado el 05-12-2015

Resumen

Una de las líneas de interés de los investigadores en educación en ciencias, es la relacionada con la ambientalización de los currículos de formación de profesores, siendo tal ambientalización en la educación más cercana de las ideas de Desarrollo Humano Sustentable (DHS). Por lo tanto, las siguientes consideraciones están enfocadas en los profesores universitarios y la Licenciatura en Química con respecto a los saberes que tienen cuando enseñan la química sustentable, la química ambiental y la química verde, que dependiendo de su abordaje, pueden evidenciar niveles de Ambientalización. Para el desarrollo de la investigación, fue hecho un estudio documental de los eventos nacionales en Brasil sobre Educación química e Enseñanza de la Química. Los trabajos encontrados fueron analizados desde las categorías del conocimiento didáctico del contenido disciplinar, conocimiento metadisciplinar, conocimiento del contexto y conocimiento psicopedagógico. Los resultados muestran que existe un abordaje incipiente de la temática (química verde, sustentable y ambiental) que no permite distinguir o destacar los saberes relacionados, porque estos profesores no recibieron una formación sobre ello; esto permitió ver que los saberes de los docentes universitarios es incipiente y fragmentado; sin embargo el estudio llama atención para motivar investigaciones en este sentido dada la responsabilidad de los docentes de la universidad para formar nuevos profesores en la perspectiva de la ambientalización curricular.

Palabras clave.

Conocimiento Didáctico del Contenido (cdc), Química verde, Química sustentable, Ambientalización curricular, Saberes de los profesores.

Abstracts

The search area of interesting to researcher in Science education is the green curricula of teaching of teacher. Therefore, the next consideration take into account the university teacher of chemistry teacher in relation to knowledge that they have to teach the sustainable chemistry, environmental chemistry and the green chemistry, like levels of green chemistry when teach to chemistry teacher. The methodology included a documental study, in the national congress in Brazil about of chemistry education and teaching of chemistry; it was made analysis with the categories of the pedagogical content knowledge (PCK). The results show that there is an emerging approach to the theme (green, sustainable and environmental chemistry) because these teachers did not receive training about it; this allowed to see that the knowledge of university teachers is nascent and fragmented; however the study calls attention to encourage research in this sense given the responsibility of university teachers to train new teachers in the perspective of curriculum greening.

Keywords.

Pedagogical content knowledge, green chemistry, environmental chemistry, sustainable chemistry, green curricula, knowledge's teachers.

Introdução

A integração entre a educação em ciências e a educação ambiental é um campo recente, que está sendo conhecido como educação eco-científica (Sauvé, 2010) ou educação científico ambiental (Mora, 2013). Nesta perspectiva, a ambientalização curricular procura estabelecer vínculos entre os dois campos, e particularmente com o ensino de química. Assim, ambientalizar um currículo de química é integrar a este os problemas ambientais que são abordados desde o âmbito político, econômico, ecológico, tecnológico, social, científico, cultural e ético.

O anterior exposto evidencia quanto a sociedade exige dos docentes a formação e aprendizagem permanente para que assim proporcionem um ensino de qualidade para seus alunos. Desta forma será mantida a sociedade do conhecimento, como diz Marcelo (2009), porque o professor irá cumprir padrões profissionais centrados nas competências. Além disso, é preciso transformar os sistemas educacionais com oportunidades educativas, novos currículos e ambientes de aprendizagem, com outras fontes de aquisição de conhecimento, com relações entre universidade, escola e comunidade e, uma educação com justiça social. Neste sentido e, concordando com Mora (2009), quando este explica que ao professor formador lhe demandam processos de desenvolvimento profissional pertinentes às novas realidades, eles devem gerar propostas curriculares coletivas de formação de professores onde a ambientalização curricular esteja no centro desses currículos.

Portanto, o professor formador deve saber que hoje os conteúdos clássicos da química assumem outra função, porque o que deveriam defini-los são os problemas reais que partem da ambientalização. A pergunta é:

O professor universitário (PU) de química que forma a seus licenciandos está formado para estas perspectivas? Que saberes ele precisa ter para trabalhar com a química verde (QV), a química ambiental (QA) e a química sustentável (QS)? Para Borges (2001), os saberes docentes têm diferentes tipologias e classificações, e no presente trabalho aborda os saberes docentes a partir da perspectiva do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC). Nesse sentido, as perguntas enunciadas fazem parte de uma problemática descrita num projeto de Tese de Doutorado desenvolvido no programa de Pós-graduação de Educação para a Ciência da UNESP campus Bauru, Brasil.

Revisada a literatura sobre a questão descrita, são poucos os trabalhos centrados em analisar os saberes dos professores formadores, nos cursos de Licenciatura em Química quanto à abordagem da QV/QA/QS. O trabalho de Goes *et al.* (2013), por exemplo, documentou o CDC dos professores do Instituto de Química da USP, sobre o ensino da QV, chamando a atenção para o fato de que eles dão pouca importância à abordagem da mesma. Temos, assim, um foco importante de pesquisa para analisar os saberes dos PU que formam os licenciandos nas perspectivas da ambientalização, QV, QA, QS e da educação ambiental. Assim, o objetivo foi analisar os trabalhos publicados em dois eventos brasileiros de ensino e educação química, caracterizando o CDC dos professores da Licenciatura em Química ao ensinar a Química Verde. Este trabalho pode contribuir nas pesquisas e na formação dos próprios professores universitários, pois traz a perspectiva do CDC, que é parte dos saberes que caracterizam a prática profissional e, a ambientalização curricular, que vai se consolidando como caminho para formar professores que abordem problemáticas ambientais no

ensino de ciências, sendo ambas, visões integradoras, complexas e requeridas pelos novos desafios sociais.

Fundamentação teórica

Shulman (1986,1987) introduze a ideia do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (Pedagogical Content Knowledge (PCK) que para o ibero América é conhecido como Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC). O conceito do PCK recebe várias interpretações e descrições na literatura, mas existe um consenso que diz que este conhecimento é desenvolvido ao longo da formação dos professores e no contexto de sua prática profissional (Abell, 2008, Loughran, Mulhall e Berry, 2004). Autores como Grossman, Shulman e Wilson (2005) consideram que o PCK tem quatro componentes: conhecimento do contexto; do conteúdo; do disciplinar, pedagógico general e o pedagógico do conteúdo, este último interatua e se relaciona a os demais, além resulta de: as concepções; os propósitos que têm os professores para ensinar o conteúdo específico; a compreensão que tenha dos alunos, do currículo e das estratégias de ensino consolidada na sua formação.

Para Mora e Parga (2014), o CDC faz parte de uma estrutura mais ampla denominada Conhecimento Profissional do Professor, sendo o CDC o foco deste trabalho para analisar o professor universitário que ensina a química verde, a química ambiental e a química sustentável Nesse sentido, os saberes dos professores formadores de professores de química podem ser vistos a partir das quatro categorias do CDC (Mora e Parga, 2014): o conhecimentos/crenças do contexto; conhecimentos/crenças da disciplina química; conhecimentos/crenças das metadisciplinas da química e; conhecimentos/crenças da psicopedagogia da química. No exemplo a seguir, o CDC de um professor universitário que ensinaria a química verde, a química ambiental e a química sustentável é um saber que emerge de um sistema complexo, produto da interação dos componentes das categorias para ensiná-las (Tabela 1).

Tabela 1. Categorias e componentes do cdc.

Categorias do CDC	Componentes para as categorias do cdc
Conhecimentos / Crenças do Contexto	Tem relação com: Onde se ensina? A quem ensinar? As normas de funcionamento institucional escolar. A normativa nacional e local, tais como padrões. A configuração cultural, política, ideológica, entre outras, que são próprias da instituição escolar/universitária.
Conhecimentos / Crenças do Disciplinar	Pode ser o conteúdo substantivo e o conteúdo sintático: o substantivo (declarativo) é o corpo inter-relacionado de conceitos, teorias, paradigmas da disciplina. O sintático (procedimental) são os métodos, instrumentos, regras ou modelos de evidência que usa a disciplina para construir seu conhecimento, sobre como é introduzido e aceito na comunidade científica.
Conhecimentos / Crenças do Metadisciplinar	São os mecanismos de produção do conhecimento; os obstáculos epistemológicos; as formas de vida das comunidades científicas; os debates e controvérsias; as revoluções científicas e experimentos cruciais; as biografias dos personagens, análises de textos originais, etc.; são as interações da disciplina com a sociedade, a tecnológica, a política, etc.
Conhecimentos / Crenças do Psicopedagógico	As teorias educativas; o conhecimento do currículo; os modelos de desenvolvimento e aprendizagem do alunado; as concepções alternativas, modelos mentais; as estratégias de ensino; as metodologias e formas de organização dos grupos; os critérios e formas de avaliação.

Fonte. Adaptado de Mora e Parga (2014).

Os conhecimentos do contexto do professor universitário

Segundo os componentes da categoria conhecimentos/crenças do contexto, os professores universitários devem saber onde vão e a quem ensinarão, conhecer as normas de funcionamento institucional, ou seja, da universidade. Devem, por exemplo, saber diferenciar entre ensinar ao Licenciando em Química (LQ) e ensinar a um químico. Como funciona a universidade, a faculdade onde está inserido o departamento ou o programa; as normativas institucionais, locais e nacionais, tais como padrões referentes à formação de professores, explicitando seus acordos e inconformidades sobre tais delineamentos. Conhecer a configuração cultural, política e ideológica da universidade.

Além disso, dentro desta categoria, o professor universitário deve saber quais são os modelos das universidades pelos quais têm passado a sociedade, porque estes modelos delineiam os padrões e diretrizes pela formação. Dentro do âmbito internacional os modelos de universidade são: o *modelo da idade média*, que fornecia um ensino centrado nas disciplinas humanísticas como teologia, jurisprudência e artes, à margem das inovações e do desenvolvimento científico da época; o *modelo napoleônico* que para América Latina surge na metade do século XIX, e que tinha como foco formar as novas elites políticas e econômicas a serviço do império. Esta é uma universidade profissionalizante, que segundo Albornoz *et al.* (2015) separa a pesquisa do ensino e regula as profissões. O ensino superior foi organizado como escolas profissionais que depois se chamariam faculdades (Arredondo, 2011).

O *modelo humboldiano*, criado por Humboldt e outros intelectuais na época da Alemanha contemporânea, é o da chamada universidade

investigadora, na qual o professor tinha um protagonismo tanto pela pesquisa quanto no ensino. Surge no século XIX, mas apenas no final deste é que o ensino e a investigação começaram a se unir. Considerava-se que a universidade deveria estar a serviço da ciência e não limitar-se a transmissão do conhecimento (Arredondo, 2011). Neste modelo, as universidades incluem institucionalmente a pesquisa (Albornoz *et al.*, 2015). O *modelo norte-americano*, pós-moderno ou globalizante, é o de uma universidade centrada no empreendimento; a educação é um negócio ou serviço, só tem as características de um serviço público na medida em que os usuários podem fazer reclamações e, a educação não é um direito.

Segundo Chauí (2003) a visão organizacional na qual ficou inserida hoje a universidade produz uma universidade *operacional*, ou seja, aquela centrada na transmissão, em adestrar graduados que ingressem no mercado de trabalho e pesquisadores treinados para pesquisar. A docência não enfoca na formação, nem na democratização, favorecendo a privatização do conhecimento e a exclusão social. Não redefine a autonomia universitária, está regida pela gestão e pela avaliação de índices de produtividade onde a pesquisa é uma atividade de intervenção e controle. Assim, a configuração da universidade pública latino-americana tem uma configuração multimodal, no sentido de ter características de todos os modelos descritos, onde a tendência do modelo depende das mudanças do Estado para determinar o tipo de sociedade que se quer ter.

Nesse sentido, o professor universitário que forma licenciandos deve identificar em qual modelo ou tendência do modelo de universidade trabalha, analisar sua contribuição ou não aos objetivos dessa universidade: analisar qual é o melhor modelo para a for-

mação de professores, que se questione se deve formá-los em capacidades, competências, ou perguntar-se para que os forma ou os educa no ensino de química, que analise o que é um bom professor e, assim, organize seu ensino. É fundamental que as universidades públicas latino-americanas identifiquem se têm um carácter social —como *modelo da terceira onda*—, que tenta superar a alienação, uma vez que atualmente não são mais que organizações prestadoras de serviços ou universidades operacionais. A educação superior deve se reusar a considerar que seja possível uma educação similar aos modelos europeus e norte-americanos e desenvolver modelos próprios da região, onde o Estado assume como investimento do social e do político na qual a educação é um direito e não um privilégio (Chauí, 2003).

Esta categoria é importante dentro dos saberes do professor para que possa organizar seu trabalho a partir do meio onde vai ensinar, estabelecendo relações macrocurriculares (podem ser as diretrizes gerais do país, do Estado), mesocurriculares (podem ser os delineamentos institucionais da universidade, da faculdade, do departamento) e microcurriculares (as sequências e unidades didáticas que ele propõe para ensinar a química desde a QV/QA/QS).

Conhecimentos / Crenças do Disciplinar

Conforme o disposto na Tabela 1, os conhecimentos/crenças do professor sobre a disciplina, neste caso da química, estão focados nos conteúdos substantivo e sintático. Para Shulman, 2005 as três fontes do conhecimento base que deve ter o professor universitário para ensinar uma disciplina ressaltando além do conhecimento do conteúdo disciplinar, é o conhecimento da estrutura substantiva e sintática desta disciplina. Bernal e Valbuena (2011) propõem que:

A estrutura sintática permite conhecer as formas nas quais o novo conhecimento é introduzido em uma disciplina. É a forma como seus expertos estabelecem a verdade e validade dos aspectos da disciplina; em nosso caso como os cientistas justificam suas conclusões [...]

A estrutura sintática, possibilita dilucidar descobrimentos e comprovações em uma disciplina, estabelecer critérios para medir a qualidade dos dados e aplicar determinados regras para precisar as provas. São os médios pelos quais o novo conhecimento é introduzido e aceitado na comunidade. (p.300).

Para o caso da estrutura substantiva Shulman (1986) faz referência à variedade de formas, como os conceitos e princípios básicos são organizados para incorporar os fatos. São os marcos teóricos, as tendências, a estrutura interna da disciplina; as elaborações epistemológicas dos conceitos ao longo da história. Bernal e Valbuena (2011) argumentam que o conhecimento substantivo tem uma influência direta nas decisões curriculares:

Pelo impacto que pode ter o conhecimento da estrutura substantiva dos professores sobre sua ação didática. Grossman, Wilson y Shulman (2005) pro-

põem como relevante que os formadores de professores requerem considerar formas para incorporar discussões desta estrutura substantiva nos programas de formação do professorado. (p. 300).

Segundo o exposto, o PU deve se perguntar ao planejar e ensinar a QV/QA/QS, o que ele sabe sobre isso: Para o substantivo, se conhece os princípios da QV, o que seria a química ambiental, ou a química sustentável ou uma educação ambiental, e como seria ensinada nos programas de LQ, que conceitos e teorias estão envolvidos? Para o sintático, que procedimentos e métodos são mais adequados para abordar e alcançar os princípios da QV, como têm sido sua construção, que comunidades aceitam hoje a QV/QA/QS? O que quer que seus alunos da licenciatura aprendam e por que é importante que seus alunos saibam isso, o que pensa ele como professor que lhe faltaria saber para ensinar, quais dificuldades e limitações pensa ter como professor para ensiná-los?

As perguntas acima expostas e as possíveis respostas que o professor universitário fornece, podem ajudá-lo a ter uma melhor identidade como profissional da docência. Conforme Cortela (2013), tal identidade se constrói a partir das condições de produção dos discursos, onde se têm em conta seus valores, sua história de vida e suas represen-

tações, mas também é construída ao ensinar um conteúdo específico, porque aí o professor se vê a si mesmo (Marcelo, 2009), reflete sobre si, sobre seus saberes e suas limitações. Portanto, segundo Marcelo (2009):

O conhecimento *substantivo* é constituído por informação, ideias e tópicos a conhecer, ou seja, o corpo de conhecimentos gerais de uma matéria, os conceitos específicos, definições, convenções e procedimentos. Esse conhecimento é importante na medida em que determina o que os professores vão ensinar e a partir de que perspectiva o farão. O conhecimento *sintático* do conteúdo completa o anterior, e é representado no domínio que tem o formador dos paradigmas de pesquisa em cada disciplina, do conhecimento em relação as questões como a legitimidade, tendências, perspectivas e pesquisa no campo de sua especialidade (p. 120).

Com esta categoria o professor pode ter em conta o saber de referência para ser ensinado, o que implica compreender a química verde, ambiental e sustentável (Tabela 2), mais como argumentam Mansilla, Muscia e Ugliarolo (2014) para que sejam adoptadas e praticados métodos da química verde no âmbito académico, é necessário que os profissionais recebam uma educação formal sobre este tema; e que dizer sobre o professor que vai ensiná-la.

Tabela 2. Princípios da química verde, química ambiental e química sustentável.

Química verde	Química ambiental	Química sustentável
Segundo Anastas (2010) a QV é o planeamento dos produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e geração de substâncias perigosas. Esta definição foi cunhada pela primeira vez na década de 1990. Seu ensino compromete-se em cumprir esta ideia e os doze princípios ou "regras" que ajudam os químicos a cumprir o objetivo intencional da sustentabilidade ao nível molecular. Os que têm capacidade criativa para produzir moléculas o façam sem impacto para as pessoas e o planeta.	Consiste em abordar o ensino da química a partir dos problemas químicos que afetam a sociedade, a vida humana. Este enfoque trabalha mais aspectos ecológicos ou a relação sociedade - natureza: como por exemplo, a contaminação da água a nível químico quando é afeitada a vida dos peixes, a proporção de oxigênio, etc.	Compreende a perspectiva da QV, QA e dos princípios da ambientalização dentro do currículo: dimensão política, económica, tecnológica, científica, cultural e ética.

Fonte: Autoria própria.

Conhecimentos / Crenças das Metadisciplinas da química

Como descrito na Tabela 1, a categoria enfatiza os conhecimentos/crenças do PU sobre os mecanismos de produção do conhecimento da QV, QA e da QS, os obstáculos epistemológicos, a vida das comunidades científicas e dos cientistas, ou debates e controvérsias, as revoluções científicas e experimentos, as produções originais (artigos, livros, etc...); portanto, o professor deve saber, por exemplo, as diferenças entre as primeiras ideias sobre a QV e as que hoje se têm, o porquê de sua variação, ou seja, como se constrói este saber, conhecer sua história e epistemologia. Estas metadisciplinas, conforme Rezende (2008), ajudam a fazer um ensino contextualizado dos conteúdos para que os alunos também saibam sobre a natureza das ciências (da química).

As metadisciplinas da química não são só sua história e sua epistemologia, são também a sociologia da química, suas tecnologias e demais áreas que ajudam a compreender a química e os contextos nos quais são produzidos seus conhecimentos, as outras disciplinas com as quais está relacionada, para compreender os impactos sociais, econômicos e políticos da QV. O professor da LQ deve analisar os aspectos considerados e a importância de ensiná-los. Assim, Ricardo (2007) cita que a química tem uma relação fundamental com a tecnologia e seus impactos sociais e econômicos devido ao desenvolvimento da indústria química. Assim:

A química está mais voltada para a technê e considera tanto a pesquisa científica como a tecnológica como fontes de produção de saberes e possíveis referências dos saberes a ensinar. A ciência química tem uma indústria química correspondente, a qual pode influenciar a elaboração dos programas de formação dos químicos e fazer incorporar as concepções do mundo do trabalho, com implicações no ensino da química (p. 4).

Inclusive o professor de ensino superior (ES), deve analisar a epistemologia da própria tecnologia da química, o que é fundamental para que ele favoreça a compreensão dos alunos que forma dentro desta perspectiva. Neste contexto, o enfoque CTSa pode favorecer esta inclusão, tendo em consideração o componente ambiental dentro do qual a QV aparece. E finalmente como pergunta Ricardo (2007):

Qual formação se pretende com a Educação CTSa? Poderia ser a de preparar os jovens para o mundo do trabalho, ou para utilizarem a ciência e a tecnologia de modo consciente. Ou ainda, para compreenderem os aspectos sociais e humanistas envolvidos na ciência e na tecnologia. (p. 8).

Abordar a QV/QA/QS implica também pensar uma abordagem interdisciplinar e inclusive transdisciplinar, deixando de lado a perspectiva monodisciplinar que tem tido o ensino de química nas faculdades de educação, ou dentro dos departamentos de química das universidades, superar a fragmentação do conhecimento químico, não só dentro da própria química —orgânica, inorgânica, ter-

modinâmica, bioquímica, etc. —também sua divisão com a pedagogia, didática, sociologia da química. O professor universitário deve estabelecer diferenças entre estas perspectivas —mono, inter, multi, transdisciplinar— e aprender a trabalhar com outros professores, porque, como expôs Marcelo (2009), solitário o professor não conseguirá o ensino desejável e requerido.

Conhecimentos / Crenças do Psicopedagógico

Nesta categoria do CDC e conforme a Tabela 1, o PU põe em interação dentro do processo de ensino as teorias educativas, o conhecimento que tem sobre o currículo, dos modelos de aprendizagem dos alunos, as concepções alternativas, os modelos mentais, os perfis conceituais dos aprendizes para o qual, deve saber da história e da filosofia da ciência (Mortimer, 1996), além das estratégias de ensino associadas com as metodologias e as formas de organização dos grupos, os critérios e formas de avaliação – perguntando se avalia ou qualifica: a quem, como, quando, que e para que, e por fim, o professor planeja seu ensino tendo em vista as categorias anteriores e componentes do CDC, ou seja, como ele faz para ensinar a QV/QA/QS para o licenciando.

Segundo os conhecimentos/crenças do professor, ensinar a QV/QA/QS pode formar um LQ que compreende o que é um “problema” para formar sujeitos que ajudem a transformar a sociedade. Aqui ele pode estar se perguntando pelo sujeito que quer formar, para o tipo de sociedade onde está inserido —analisa o modelo pedagógico da universidade—, mas como modelo didático pode ensinar e desenvolver capacidades nos alunos da LQ (o que os farão idôneos como professores de química). Aqui é a aconselhável que o PU desista das tendências da *pedagogia liberal* (Luckesi,

1991) porque são propostas pautadas no modelo capitalista, que ainda manifestam o sistema social baseado em classes sociais e os interesses individuais da sociedade e, não estão focadas na democracia.

Nesse modelo, a escola tem como função preparar os indivíduos para os diferentes papéis sociais. Os indivíduos devem adaptar-se aos valores e normas da sociedade através do desenvolvimento da cultura individual. O ensino é humanista, os conteúdos, os procedimentos, o professor/aluno não têm relação com o cotidiano do aluno nem as realidades sociais. A educação é um processo interno, não externo. O aluno é o sujeito do conhecimento e, portanto, a educação se centra neste conhecimento.

Como pode neste caso atuar o PU? Ele poderia levar em consideração dois focos da pedagogia progressista: a *tendência progressista libertadora* e o *enfoque crítico social dos conteúdos* (Luckesi, 1991). A *tendência progressista libertadora* ou pedagogia de Paulo Freire ou *sócio cultural*, este último nome dado por Mizukami (1986), está focada nos “temas geradores” extraído da vida dos educandos os conteúdos estruturados das ciências que invadem a cultura, neste caso pela necessidade de abordar temas socioambientais implicados nas QV/QA/QS. Aprender é, então, conhecer a realidade concreta na qual há compreensão, reflexão e crítica. O professor é um animador/orientador que forma o aluno para criticar o conhecimento e a realidade, neste caso, da química e seus impactos positivos e negativos no meio sócio natural/cultural. No *enfoque crítico social dos conteúdos*, os conteúdos são configurados pelos usos em confronto com a realidade social. Professor e alunos colaboram para fazer trocas que favorecem a interação entre o meio (natural, social, cultural) e o sujeito, há difusão de conteúdos vivos e concretos (os próprios dos problemas

socioambientais), não abstratos, indissociáveis da realidade social – que têm o ensino da química enciclopédica). A escola permite a apropriação do saber e, portanto, os conteúdos culturais universais são relativizados pela realidade social. Aprender é desenvolver capacidades, ou indivíduos idôneos para transformar as informações em experiências e conhecimentos para construir a própria realidade. Como se vê estas duas perspectivas progressistas são similares.

Metodologia

O trabalho feito tem foco na pesquisa qualitativa, sendo está baseada na análise documental dos anais de eventos nacionais de Ensino e Educação química do Brasil. Foram consideradas duas fases para análise: na primeira fase, ou análise geral, fez-se o levantamento de dados escolhendo o período 2008 a 2014. No âmbito nacional, o Brasil tem dois eventos: o Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQ) e o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ).

O ENEQ é um evento organizado por temáticas, tais como: concepções; ciência, tecnologia e sociedade; currículo e avaliação; educação ambiental; ensino e aprendizagem; ensino e cultura; ensino e inclusão; espaços não formais; experimentação no ensino; formação de professores; história, filosofia, sociologia da ciência; linguagem e cognição; materiais didáticos; mostra de materiais didáticos de química; políticas públicas e; tecnologia da informação e comunicação no ensino. Buscando unificar as classificações, os trabalhos do SIMPEQ foram organizados com base nessas temáticas. Após esta classificação, foi criada a categoria dos níveis de ensino na qual foram feitas as pesquisas: ensino fundamental (EF), ensino médio (EM), ensino superior (ES), ensino não formal (ENF) e outros (O). Esta última permitiu classificar trabalhos que não tinham explícita o implicitamente o nível de ensino abordado.

A segunda fase da análise foi feita de forma específica nos trabalhos do ES que tivessem como sujeitos de pesquisa os professores universitários, considerando que o objetivo foi caracterizar, a partir dos componentes e critérios do CDC descritos no referencial, os saberes do professor de ES sobre a química verde.

Resultados e Discussão

Os resultados da fase 1 mostram que a maioria dos trabalhos abordam pesquisas sobre o tema “ensino e aprendizagem”, correspondendo a 25% do total de trabalhos analisados nos dois eventos. As categorias que mais aparecem em seguida são, respectivamente: formação de professores; experimentação e; currículo e avaliação. Quanto aos níveis de ensino, a Tabela 3 mostra sua distribuição.

Tabela 3. Quantificação dos trabalhos apresentados no simpeq e no eneq entre 2008 e 2014 conforme os níveis de ensino.

	Ano	Quantidade	EF	EM	ES	ENF	O	Total
SIMPEQ	2008	Absoluta	4	27	21	1	0	53
		Porcentagem (%)	7,5	50,9	39,6	1,9	0,0	100
	2009	Absoluta	3	55	22	2	0	82
		Porcentagem (%)	3,7	67,1	26,8	2,4	0,0	100
	2010	Absoluta	19	102	40	2	0	163
		Porcentagem (%)	11,7	62,6	24,5	1,2	0,0	100
	2011	Absoluta	11	68	46	0	0	125
		Porcentagem (%)	8,8	54,4	36,8	0,0	0,0	100
	2012	Absoluta	11	120	52	0	0	183
		Porcentagem (%)	6,0	65,66	28,4	0,0	0,0	100
	2013	Absoluta	35	172	55	1	0	263
		Porcentagem (%)	13,3	65,4	20,9	0,4	0,0	100
	2014	Absoluta	32	147	83	4	0	266
		Porcentagem (%)	12,0	55,3	31,2	1,5	0,0	100
ENEQ	2008	Absoluta	19	357	47	25	14	462
		Porcentagem (%)	4,1	77,3	10,2	5,4	3,0	100
	2010	Absoluta	16	408	123	32	13	592
		Porcentagem (%)	2,7	68,9	20,8	5,4	2,2	100
	2012	Absoluta	23	700	126	35	25	909
		Porcentagem (%)	2,5	77,0	13,9	3,9	2,8	100
	2014	Absoluta	27	776	106	55	31	995
		Porcentagem (%)	2,7	78,0	10,7	5,5	3,1	100
TOTAL	Período	Absoluta	200	2932	721	157	83	4093

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar a Tabela 3, é possível perceber que o grande foco das pesquisas brasileiras na área de educação em química, está voltado para o ensino médio (72%), o que talvez esteja relacionado pelas iniciativas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID-CAPES). Após este, o segundo nível de ensino mais pesquisado é para ES.

Os trabalhos do ES apareceram, em grande parte, tanto no SIMPEQ quanto no ENEQ, na temática “formação de professores” (FP), sendo trabalhos feitos pelos alunos da graduação e pós-graduação, onde são analisados os próprios alunos da LQ, o currículo e documentos como artigos, eventos, entre outros. Neste nível de ensino apareceram poucos trabalhos nos temas “ensino aprendizagem” e “experimentação”. Assim, conforme a Tabela 3, dos 4093 trabalhos analisados, 721 são voltados ao ES (17%) distribuídos nas temáticas acima

comentadas, e apenas 13 trabalhos (2%) têm a ver com pesquisas sobre os docentes do ES.

Dos 13 trabalhos encontrados sobre os docentes do ensino superior (doze no ENEQ e um no SIMPEQ), cinco (0,1%) abordam as concepções dos professores a respeito de conceitos como fenômeno químico, cinética enzimática, experimentação, lúdico, formação docente, química verde e natureza da ciência. Três pesquisas são sobre o conhecimento didático do conteúdo (CDC) e cinco tratam da análise dos gestos com outros modos semióticos para ensino da química orgânica. Até aqui, pode-se pontuar a falta de trabalhos que tenham como foco de pesquisa os professores universitários que formam os licenciandos em química. Os trabalhos que são feitos pelas próprias universidades (ES), têm foco em seus alunos, seus currículos, as práticas dos licenciandos os professores ativos que trabalham no EM, EF e ENF.

Os resultados da fase 2 trazem apenas um trabalho dentro da linha temática das Concepções que caracterizam as ideias sobre a química verde nos professores de um programa de Licenciatura em química. A partir deste trabalho são analisados os saberes do professor universitário respeito da QV para o qual são usadas as categorias do CDC.

O trabalho encontrado é intitulado *Concepções de professores de química a respeito do ensino de química verde: uma investigação*. A caracterização foi feita por sete professores formadores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Trata-se de um estudo exploratório para “verificar” concepções dos professores formadores de Química a respeito da química verde. Para seu desenvolvimento foi aplicado um questionário de seis perguntas, sendo as três primeiras para conhecer o nível de formação dos professores universitários, as disciplinas ministradas dentro do curso de licenciatura, e se o professor “conhece” ou não o tema da QV. As demais perguntas procuraram identificar o primeiro contato com o tema, sobre a forma como o tema aparece dentro das aulas, e como o professor que tem conhecimento da QV pode contribuir para a sociedade (Portela, *et al.* (2014). O resumo, dos resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resumo dos resultados.

Perguntas	Dados encontrados
3. Conhecimento do tema	100% diz ter conhecimento sobre a QV
4. Primeiro contato como o tema	14% na graduação (os pesquisadores dizem que este grupo de professores sabe superficialmente sobre a temática); 57% na pós-graduação; 29% em outros locais (preparar aulas, congressos, como avaliadores de bancas);
5. Formas como os temas da QV aparecem dentro das aulas	1 não aborda; 1 como tema de pesquisa para os alunos; 3 citaram ações presentes nos doze princípios da Química Verde; 1 quando é feito o tratamento de resíduos que são gerados no laboratório;
6. Conhecimento sobre a QV pode contribuir para a sociedade	O documento diz que a maioria dos professores ouviu falar sobre o tema QV nos cursos de pós-graduação, e mesmo assim tratam o tema como Química Ambiental e/ou Educação Ambiental.

Fonte. Autoria própria

O documento analisado não apresenta informações das respostas as perguntas de número um e dois. Ainda assim, pelo resumo da Tabela 4, é evidente que os professores universitários pesquisados não têm um saber “suficiente” frente a QV, nem com a QA, o que é evidenciado quando citam as dificuldades em diferenciar QV / QA e Educação Ambiental. A maioria deles não teve uma educação formal na graduação e na pós-graduação sobre a QV. Os que a tiveram na graduação sabem superficialmente sobre a temática. Outros têm uma aproximação ao “tema” a partir das atividades tais como participação em eventos como avaliadores de banca ou por “pesquisas” indicadas aos alunos. Com as informações deste documento pode-se deduzir que os *conhecimentos/crenças da disciplina* para o ensino da química verde dos PU são incipientes, e que talvez seja uma das razões pelas quais eles não abordam esta perspectiva em sala de aula com seus alunos da licenciatura.

Outra ideia refere-se ao fato de que alguns dos PU trabalham com os princípios da QV, ou seja, são esboçadas características do substantivo, mas eles não enunciam conceitos e teorias que estão envolvidas. Para o sintático, infere-se que só mencionam que ao trabalhar no laboratório consideram procedimentos e métodos para tratar e destinar adequadamente os resíduos gerados, talvez para evitar contaminações. Assim, não é evidente se o PU quer ensiná-lo ou mesmo saber se intenta que seus alunos da LQ aprendam porque é importante que seus alunos saibam disso, ou se pensa como professor também aprende sobre a QV. Nenhuma das perguntas evidencia suas dificuldades e limitações. Talvez ele possa perceber mudanças na sua identidade profissional por considerar que não sabe sobre a QV.

Percebe-se que o PU procura que seus alunos tenham “contato” com o “tema” - como é citado no trecho seguinte -, e cuja análise é complementada com o componente psicopedagógico quando se diz que:

[...] é necessário que haja novas discussões acerca do tema e que mais professores estejam engajados na disseminação da Química Verde. Para isso, é importante que esse tema seja discutido nos cursos de graduação dentro de disciplinas no curso de Química, pois dessa forma os futuros docentes terão contato com um aporte teórico que permita a difusão do termo em suas aulas[...] [grifo da autora deste trabalho].

A química verde é um “tema” para ser “disseminado”, ou “difundido” ou só para que os alunos tenham “contato” ou para discuti-lo como um “termo” a mais? Estas afirmações deixam claro que os professores não assumem a QV como um referencial teórico para abordar a química, como se o ensino fosse focado em dar informações. Não estão presentes as visões da aprendizagem significativa, ou a

tendência progressista libertadora e o enfoque crítico social dos conteúdos, aparecendo uma visão tradicional de ensino que não permite formar novos profissionais docentes críticos que possam contribuir nas problemáticas socioambientais e que estabelecem relações entre a química, a sociedade e a tecnologia. Quando ensinam o tema é mais como uma consulta deixada aos alunos ou fazendo ações que envolvem os “doze princípios da química verde quando nas atividades de laboratório tratam os resíduos gerados”.

Para os componentes da *categoria conhecimentos/crenças do metadisciplinar*, não são percebidos critérios sobre os mecanismos de produção do conhecimento da QV, seus obstáculos epistemológicos, a vida das comunidades científicas, ou debates e controvérsias do tema, pode estar acontecendo um ensino não contextualizado dos conteúdos, não se percebem interações C TSA, nem abordagens interdisciplinares.

Sobre os componentes da categoria *conhecimentos/crenças do contexto*, não é claro se os PU sabem onde ensinam e a quem ensinam, se conhecem e implementam as normas, por exemplo, a Lei 9.795/99 da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), a qual não apenas considera a EA como um componente essencial e permanente da educação nacional em todos os níveis e modalidades do processo educativo (art. 2º), mas também expressa a prioridade da “incorporação da dimensão ambiental na formação, especialização e atualização” de educadores, professores e de outros profissionais de todas as áreas do conhecimento. Saberá o modelo de universidade onde trabalha e o papel social da sua universidade? Esta categoria do CDC é importante dentro dos saberes do professor para ele se organizar no meio onde ensina e suas relações macrocurriculares, mesocurriculares e microcurriculares.

Considerações finais

As análises mostram a necessidade de continuar trabalhando, não apenas em diagnósticos, mas também nas aulas dos PU, analisando sua prática profissional, suas propostas curriculares e os planejamentos que fazem, para compará-los com as ideias diagnosticadas. Em todo caso, os saberes dos professores, não podem ser reduzidos a suas ideias, mas são indícios de seus saberes, portanto, o CDC do PU que ensina aos LQ a QV é um conhecimento que emerge da interação dos componentes das categorias propostas. Os saberes caracterizados a partir das ideias deles mostram uma insipiente abordagem dos conhecimentos/crenças da química, da química verde, suas metadisciplinas, seus componentes psicopedagógicos e dos contextos onde ensinam. Os resultados são mais uma chamada para incentivar pesquisas dos PU que tem a responsabilidade de formar os futuros profissionais da docência a partir da ambientalização curricular, e, ainda, como uma perspectiva para articular a educação em ciências e a educação ambiental.

Referências

- Abell, S. (2008). Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1405-1416.
- Albornoz, M., et al. (2015). Introducción. In: *Saber América Latina: potencializando el vínculo entre think tanks y universidades*. Brunner, J.J., et al. Santiago de Chile. p. 10-52.
- Anastas, P., e Eghbali, N. (2010). Green Chemistry: Principles and Practice. *Chem Soc. Rev.*, 39, p. 301-312.
- Arredondo, D.M. (2015). Los modelos clásicos de universidad pública. *Odiseo, Revista electrónica de pedagogía*. Ciudad de México, 8(16), ene./jun., 2011. Disponível em: <http://www.odiseo.com.mx/articulos/modelos-clasicos-universidad-publica>.
- Bernal, I. y Valbuena, E. (2011). Estructura sustantiva y sintáctica del conocimiento biológico. Anais I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. *Bio-grafías, escritos sobre la biología y su enseñanza*, p. 297- 310.
- Borges, C. (2001). Saberes docentes: diferentes tipologias e classificações de um campo de pesquisa. *Educação & Sociedade*, 22(74).
- Brasil, Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. *Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA)*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso: 01 ago. 2015.
- Brasil, Presidência da República. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Diretrizes e bases da educação nacional*. Brasília, 20 de dezembro de 1996. Disponível em:

<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=102480>. Acessado em: 31 jul, 2015.

- Chauí, M. (2003). (2003). A universidade pública sob nova perspectiva. *Revista Brasileira de Educação*, São Paulo, n. 24, set/dez, p.5-15.
- Cortela, B. (2013). Professor universitário: o desafio da construção de uma identidade profissional. In: Da Silva, L. et al. (Org.). *Cadernos de docência na educação básica*. Cultura acadêmica, São Paulo 2013. p. 9-28.
- Goes, L. et al. (2013). Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. *Educación química*, Ciudad de México, n. 24, mar., p. 113-123.
- Grossman, P., Wilson, S., e Shulman, L. (2005). Profesores de sustancia: el conocimiento de la material para la enseñanza. *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado*, 9(2), 1-24.
- Loughran, J., Mullhall, P, e Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), pp. 370–391.
- Luckesi, C.C. (1991). Tendências pedagógicas na prática escolar. In: Luckesi, C.C. *Filosofia da educação*. São Paulo, Cortez Editoria, 1991, p. 53-75.
- Mansilla, D.S., Muscia, D.C., e Ugliarolo, E.A. (2014). Una fundamentación para la incorporación de la química verde en los currículos de química orgánica. *Educación química*. Ciudad de México, n. 25(1), p. 56-59.
- Marcelo, M. (2009). A identidade docente: constantes e desafios: *Revista Formação docente*. 1(1), 109-131.
- Mizukami, N. M. (1986). *Ensino: as abordagens do processo*. Temas Básicos de Educação e Ensino. São Paulo: EPU.
- Mora, W., e PARGA, D. (2014). Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. In: Garritz, A., et al. (Org.). *Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva latino-americana*. (p. 100-143). Editorial Académica Española, Saarbrücken, Alemanha.
- Mora, W.M. (2009). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible ante la crisis planetaria: demandas a los procesos formativos del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Bogotá, n. 26, Segundo semestre, p. 7-35.
- Mora, W. M. (2013). Ambientalización curricular de la educación en ciencias: una relación mutuamente beneficiosa. In: 7th WEEC: World Environmental Education Congress, 9-14 June, p. 375-384. *Anais*. Marrakech, Morocco, Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280093240_Ambientalizacin_curricular_de_la_educacin_en_ciencias. Acesso: 01 ago. 2015.
- Mortimer, E.F. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*. v.1, p. 20-39.

- Portela, G. et al. (2015). Concepções de professores de química a respeito do ensino de química verde: uma investigação. In: Simpósio Brasileiro de Educação em Química (SIMPEQUI). 12, 2014. Anais. Fortaleza, Brasil. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2014/trabalhos/90/3937-6.html>. Acesso: 07 mai.
- Resende, L. A. (2008). História das Ciências no Ensino de Ciências: contribuições dos recursos audiovisuais. *Ciência em tela*, 1(2), p. 1-7.
- Ricardo, E.C. (2007). Educação CTSa: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. *Ciência & Ensino*, 1(especial, nov.), p. 1-12.
- Sauvé, L. (2010). Educación Científica y Educación Ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, 28(1), p. 5-018.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. Traducción castellana (2005): conocimiento y enseñanza: fundamento de la nueva reforma. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9(2),
- Shulman, L.S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9 (2). Disponível em <http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf>

Para citar este artículo:

- Parga Lozano, D. L. (2015) Conhecimento didático do conteúdo sobre a química verde: o caso dos professores universitários de química. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología - Tecné, Episteme y Didaxis*, (38), 167-182.