



## A ambientalização do ensino como abordagem do interdisciplinar

Diana Lineth Parga-Lozano

Universidad Pedagógica Nacional (UPN) – Universidad Estadual Paulista (UNESP-Bauru) Calle 72 #11-86. Bogotá

### ARTICLE INFO

**Received:** August 15, 2019

**Accepted:** September 20, 2019

**Available on-line:** June 6, 2020

**Keywords:** Interdisciplinaridade, Ambientalização do conteúdo; epistemologias outras.

**E-mail addresses:**

dparga@pedagogica.edu.co

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.  
All rights reserved

### ABSTRACT

**Abstract.** The improvement of programs of training of science teachers, can be evident in the environmentalization of teaching from the interdisciplinary. This paper discusses the interdisciplinary at the university level, in contrast to what teachers do when teaching chemistry.

The environmentalization of teaching or curricular, EC, can be assumed as incorporation of environmental themes, but will it suffice? The theme of environmental can be addressed by specific disciplines or interdisciplinary contents guided by a curriculum that allows another educational practice to improve the environmental approach in higher education. In addition, EC is imperative because universities must respond to what happens in the implementation of sustainable development models, and why it is important in vocational training, research and culture; therefore, the university is the scenario for building favorable models for all.

Among other principles, CA is inspired by principles such as integrating disciplines to address development issues and environmental sustainability. In contrast to this, teachers who train teachers, how can they be considering environmental education? Are you doing interdisciplinarity? What does interdisciplinary mean in this context? This look is enough for AC in teaching; is it enough to improve the training of chemistry teachers or does it need other epistemologies to do so?

**Resumo.** A melhora de programas de formação de professores de ciências, pode-se evidenciar ao ambientalizar o ensino desde o interdisciplinar. Este escrito discute o interdisciplinar no nível universitário, em contraste com o que fazem os professores ao ensinar química.

A ambientalização do ensino ou curricular, AC, pode ser assumida como incorporação de temas ambientais, mas será suficiente? O tema do ambiental poder ser tratado por disciplinas específicas ou conteúdos interdisciplinares norteados por um currículo que possibilite outra prática educacional, para melhorar a abordagem do ambiental no ensino superior. Além disso, a AC é imperativa porque as universidades devem responder ao que acontece na implementação dos modelos de desenvolvimento sustentável, e porque é chave na formação profissional, na pesquisa e na cultura; portanto, a universidade é cenário para construir modelos favoráveis para todos.

Entre outros princípios, a AC está inspirada na integração das disciplinas para afrontar problemas de desenvolvimento e da sustentabilidade ambiental. Em contraste com isto, o professorado que forma professores, como pode estar considerando o ensino do ambiental? Está fazendo interdisciplinaridade? O que significa neste contexto o interdisciplinar? Este olhar é suficiente para AC no ensino; é suficiente para melhorar a formação dos professores de química ou precisa de outras epistemologias para fazê-lo?

## I. INTRODUÇÃO

Na tentativa de assumir a responsabilidade de formar no ambiental na universidade, têm aparecido propostas curriculares na ideia de currículos globais; com enfoques Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente ou CTSA; a perspectiva do transversal do ambiental; as chamadas questões sociocientíficas, questões socialmente vivas e questões quentes, dentre outras. Estas proposituras levam a pensar no papel do professor e sua formação para afrontar ditas problemáticas, formação que deve ser pertinente não só nas áreas do conhecimento, também nas demandas sociais e ambientais, por quê? Porque questões como as alterações climáticas, a pobreza, o saneamento e a gestão da água, do ar e dos solos, a falta de justiça social e cognitiva, por exemplo, fazem que nós nos enfrentarmos a uma sociedade do risco, ameaçando formas de diversidade biológica e culturais, que para muitos, são sinal do risco contínuo do projeto humano e da modernidade. Estes fatos nos trazem ao limite de novas e mais grandes crises econômicas, pandemias e possíveis guerras. Portanto, é claro que os currículos nas áreas das ciências sociais e das ciências da natureza estejam interessados nestas questões, e assim, possam contribuir não só em ter gerações alfabetizadas, se não sendo o mais importante, formá-los para tomar decisões, para ser sujeitos políticos, para ter um mundo viável e cada vez melhor, e contribuam no respeito dos direitos de todos (da natureza, dos humanos, e demais seres do planeta), que permitam, além disso, o desenvolvimento humano para a sustentabilidade ambiental (Parga-Lozano, 2013).

Neste sentido, o presente artigo desenvolve a ideia de ambientalizar o ensino considerando além das relações disciplinares (interdisciplinares e transdisciplinares) outras que estão fora do disciplinar, ao considerar o diálogo com as “epistemologias outras” e assim, pensar o ensino universitário, no especial, o relacionado com a formação de professores de ciências, em coerência com as demandas sociais que contribuam na solução dos problemas atuais e prever as catástrofes futuras.

## II. A NECESSIDADE DE AMBIENTALIZAR O ENSINO UNIVERSITÁRIO

A inclusão da sustentabilidade ambiental e dos princípios ambientais, ou da ambientalização nos currículos para a formação das futuras gerações, e em consonância com a formação de professores de química, adquire sentido porque hoje é um desafio da pedagogia e da didática das ciências. Embora, a partir da década dos 80 do século XX para cá, tem havido iniciativas e projetos para o ensino de ciências escolar como Satis ou ciência e tecnologia na sociedade; ciência - tecnologia - sociedade ou STS; alfabetização científica para todos ou STL; Chem-Com ou química na comunidade Chemical Education for Public Understanding Program ou CEPUP, derivado do SEPUP, the Science Education for Public Understanding Program; Salters; 21 Century Science; o enfoque sócio crítico orientado aos problemas de ensino de química; os enfoques de ensino orientados para uma sociedade sociocientífica baseada em problemas; química e sociedade, aprendizagem dos produtos químicos, usos e aplicações ou Apqua; mas estes, em variados casos, são projetos anedóticos que na América Latina, tiveram pouca continuidade nos países criadores, e que no contexto colombiano, são poucos os professores que os conhecem e trabalham. Assim, acredita-se que ambientalizar o currículo para o ensino de química é uma ação importantes não só no currículo, também para a formação de professores, em geral, e para o campo da didática da química e assim tentar ajudar na crise atual da sociedade e do conhecimento.

Por sua vez, segundo Parga-Lozano e Martínez (2013) existe uma preocupação nacional e internacional por compreender o processo educacional dos alunos, melhorar a qualidade de vida e ter um futuro melhor, assim como pela formação de professores para as abordagens destes critérios. Currículos centrados em questões sociocientíficas (QSC) e

questões socioambientais (QSA), por exemplo, podem ser possíveis para a ambientalização, mas requerem uma formação. Neste sentido, estão os professores formados para isto?

Esta problemática sinala o papel essencial que a universidade tem. Hoje lhe é reclamado, no especial aos que formam ao professorado, uma responsabilidade em matéria do ambiental. Como o argumenta González-Gaudio (1989), a introdução da dimensão ambiental na educação superior obriga a replantar o papel da universidade na sociedade; tanto à química como nos professores porque é considerada a ciência dos conflitos ambientais, ligada à industrialização, ou para outros, pode ser a fonte das respostas às crises ambientais (Puerto; Parga-Lozano; Mora-Penagos, 2011) crise que em primeiro lugar é social e ética, produzida pelo modelo de desenvolvimento produtivo/tecnológico hegemônico; que está baseado em uma lógica mercantilista que aliena ao ser humano da natureza e desenvolve relações sociais assimétricas, caracterizadas pela inequidade –que cada vez se acrescenta–, que causa conflito no território, que promove condutas e atitudes que privilegiam a posse de bens materiais e o individualismo sobre todo bem comum. Em segundo lugar, a crise ambiental é para alguns, só problemas de poluição e de ineficiência no uso dos recursos naturais que podem ser superados, com a introdução de tecnologias limpas, ou no ajuste das políticas demográficas, econômicas, jurídicas e educacionais que gerem nos indivíduos e nos agentes econômicos, novos comportamentos de consideração na variável ecológica.

Neste sentido, e concordando com Lima (2004), só seria suficiente criar políticas e fortalecer programas educacionais para que as problemáticas fossem superadas, e na realidade, não é assim. Para Gutiérrez e González (2005) a filosofia da ambientalização permite cumprir com a ideia de integrar as diferentes disciplinas para afrontar os problemas de desenvolvimento e da sustentabilidade ambiental a partir da interdisciplinaridade, sendo necessário propiciar novas estruturas, no interior das universidades, que tenham como objetivo a problemática ambiental.

De forma geral, a ambientalização curricular, AC, está sendo assumida “só” como a incorporação de temas ambientais no currículo; Leff (2012) considera que a temática ambiental deve ser tratada por disciplinas específicas ou em conteúdos interdisciplinares norteados por um currículo que possibilite a organização e a reorganização da prática educativa. As formulações de novas estratégias conceituais, tais como as subjetividades, as incertezas, as desordens, o inédito e a diversidade cultural devem valorizar o conhecimento singular, o subjetivo e o pessoal, o diálogo dos saberes, os sentidos culturais que compõem a complexidade na formação de um currículo ambientalizado. Nesta perspectiva, González-Gaudio (1989) considera que a interdisciplinaridade deve ser reforçada nas práticas de natureza ambiental no Ensino Superior; assim, os temas relacionados com a eliminação da pobreza, o desenvolvimento sustentável, o diálogo intercultural, a construção de uma cultura para a paz, por exemplo, são conteúdos de natureza ambiental diante das condições existentes no planeta.

### **III. RELAÇÕES DISCIPLINARES**

No contexto de compreender a ambientalização do currículo na formação de professores de química, é necessário ter clareza dos vínculos que podem ser feitos entre as disciplinas, as quais podem ter interações multidisciplinares, pluridisciplinares, interdisciplinares ou transdisciplinares.

#### **III.1 As disciplinas**

As disciplinas são categorias do conhecimento científico, que pesquisam a realidade ou o mundo de forma fragmentada, separada, atomizada; é um espaço de domínio homogêneo o que determina seus limites ou fronteiras de conhecimento. Segundo Max-Neff (2004) é um fenômeno da modernidade que começou no final do século XIX e que tem permitido manter a autonomia das disciplinas. Isto faz que o conhecimento tenha três dimensões: a intelectual a

qual é expressa como disciplina, a organizacional ou estruturas corporativas e institucionais, e a cultural, manifestada como comunidades científicas e acadêmicas que compartilham entre si, mas excluem as demais (Gómez, 2005).

As disciplinas, no contexto epistemológico se diferenciam pela linguagem; suas técnicas, métodos e metodologias; suas teorias e conteúdos que abordam; cada uma tem sua autonomia; mas, esta demarcação territorial, ou tribos em seus territórios como a chama Becher (2001) impede que os novos problemas e fenômenos sociais e ambientais, mais que os científicos, sejam abordados como deve ser porque têm um olhar reduzido e não se avança em sua resolução, justamente por sua condição monodisciplinar e porque representa a especialização e isolamento das disciplinas as quais estariam relacionadas de forma horizontal (Max-Neff, 2004) o que é insuficiente para resolver os problemas do mundo.

### **III.2 O multidisciplinar**

O multidisciplinar é na ação pedagógica a organização mais comum do conhecimento, na qual as matérias ou disciplinas são desenvolvidas de forma independente, sem estabelecer relações entre elas; entanto, na pesquisa e na resolução de problemas, o multidisciplinar aparece ao recorrer as várias disciplinas sem que contribua na sua modificação o enriquecimento (Sommerman, 2011). Hoje, são comuns as equipes multidisciplinares nos quais os membros fazem suas análises de forma separada desde as perspectivas das disciplinas de cada um, o resultado final, é uma serie de informes que se juntam, sem síntese integradora (Max-Neff, 2004).

### **III.3 O pluridisciplinar**

A pluridisciplinariedade estabelece relações entre disciplinas afins, havendo transferência de métodos entre elas e enriquecendo o objeto pesquisado, incluso pode criar nova disciplinas, mas sem que exista diálogo dos saberes ou especialistas (Sommerman, 2011); esta pluridisciplinariedade diz respeito de um objeto que pode ser estudado por várias disciplinas ao mesmo tempo, o que faz que esteja enriquecido e tenha um estudo aprofundado na própria disciplina desde o olhar da diversidade disciplinar; este abordagem pluridisciplinar ultrapassa as disciplinas, mas sua finalidade segue na pesquisa disciplinar (Nicolescu, 1999); há cooperação disciplinar sem coordenação, como por exemplo física, química, e geologia; ou historia, sociologia e linguagem; cada uma reforça o estudo das outras (Max-Neff, 2004).

### **III.4 O interdisciplinar**

O interdisciplinar, como enfoque metodológico, está relacionado com a busca de um pensamento científico unificado, proposto pelos positivistas e neopositivistas sobre a base de um único método científico, para consolidar o conhecimento somando-se a aportes de diversas disciplinas como um conjunto que transcendia a soma das partes (Gómez, 2005); assim, que a integração do conhecimento foi e continua sendo um esforço entre disciplinas, e condição do desenvolvimento científico, mas que precisa mudar o paradigma acadêmico e científico porque como o expressa Bertalanffy (2003), o mundo está formado por sistemas não lineais e vivemos em um mundo com muitos níveis (físico, biológico, químico, psicológico, cultural, social, ...) o que faz que tudo esteja em relação com todo.

A interdisciplinaridade é uma constante epistemológica que busca agrupar conhecimentos para entabular comunicação entre as disciplinas, sendo uma unidade de relação ação das ramas disciplinares das ciências; tem outra distinta relação respeito ao pluridisciplinar. No interdisciplinar há transferência de métodos de uma disciplina para outra; assim, segundo Nicolescu (1999) esta tem três graus de desenvolvimento: o grau de aplicação, passam de uma disciplina para outra: da física para a medicina, por exemplo; o grau epistemológico, ao transferir, os métodos de pesquisa, por exemplo, o método da lógica formal ao direito o que enriquece sua epistemologia; o grau das novas disciplinas, nas

quais emergiram a bioquímica, a biofísica, ecopedagogia, a físico matemática, sendo similar à pluridisciplinariedade que ultrapassa as disciplinas e se mantem na pesquisa disciplinar.

Isto, evidência que a interdisciplinaridade se organiza por níveis de hierarquização, entre o inferior e o superior. Segundo Max-Neff (2004), estes níveis podem ser: propositivo, ao introduzir um sentido de propósito quando a axiomática comum a um grupo de disciplinas se define no nível hierárquico superior, no caso da medicina é interdisciplinar ao dar propósito à biologia e à química por exemplo; os níveis empíricos, pragmáticos, normativos (o que inclui políticas, design de sistemas sociais, planejamento) e valorativo.

### III.5 A transdisciplinariedade

A transdisciplinariedade expressa a necessidade de superar o fragmentado do conhecimento, além das disciplinas com diferentes saberes (multidisciplinar) e de intercâmbio epistemológico e métodos científicos dos saberes interdisciplinares; assim, busca responder a aquilo que o interdisciplinar não logra, estar em relação com a realidade integradora porque busca transcender os limites individuais das disciplinas para abordar problemas desde diversas perspectivas e gerar conhecimento emergente; ou seja, busca compreender o mundo desde a unidade do conhecimento. No caso das disciplinas que pesquisam a realidade de forma fragmentado, ainda assim, nutrem à transdisciplinariedade o que faz que sejam complementares. Max-Neff (1993) considera que a nova realidade e os novos desafios obrigam necessariamente uma transdisciplinariedade, quer dizer, uma solução para alcançar mais entendimento tanto como os esboçados pelas disciplinas porque nos enfrentamos a situações que desconcertam, nas quais cada vez entendemos menos, e por isso, as coisas estão piores; o que demanda e exige novas formas de abordagem e, portanto, novos paradigmas que estejam dentro da complexidade dos problemas globais e locais de hoje.

## IV. POR QUE AS RELAÇÕES DISCIPLINARES NO EDUCACIONAL?

Por que como vimos, no contexto mundial existe um chamado para que nos processos de formação, em todos os níveis educacionais, seja incluída a perspectiva ambiental, isto exige ter outras formas de ensinar e formar, neste caso, aos profissionais ou futuros professores de química. Assim, a educação ambiental (EA), por exemplo, que é o primeiro mecanismo entendido para incluir o ambiental no currículo, passou a ser a educação para o desenvolvimento sustentável (EDS), é dizer, a ambientalização no currículo está permeada por estas formas de educação. De outro lado, na formação de professores de ciências, significa estabelecer vínculos entre a educação em ciências e as educações para o ambiental e o DS.

O ambiental de forma tradicional tem sido compreendido como uma abordagem interdisciplinar, ao ser um sistema complexo de componentes sócio naturais e culturais, sendo entendida desde diversas disciplinas (física, química, biologia, ecologia, tecnologias, sócias, política, economia) para compreender os problemas de natureza ambiental nas interações disciplinares. No contexto da EA esta inicia a partir dos propósitos e estratégias do gestado no Estocolmo em 1972 (declaração sobre o meio humano e o plano de ação), na qual a educação é importante socialmente só que é separada das mudanças que devem ser dadas em outras dimensões. Desta forma tem destaque nesta declaração:

- É sobre os direitos ecológicos da humanidade.
- São dadas as bases para a defesa e melhora do meio humano para as gerações presente e futuras.
- É importante a educação em questões ambientais.
- As condutas dos indivíduos e comunidades devem ser responsáveis de proteger o ambiente.
- É recomendado o enfoque *interdisciplinar* nas escolas.

- Buscar a participação cidadã na preservação do ambiente.

Como vemos, nesse momento dos anos 1972, falava-se do interdisciplinar para abordar a EA. Deste jeito, continua a ênfase na necessidade de incorporar a EA nas estruturas educacionais, avocando ao caráter interdisciplinar e holístico dessa educação. Com Belgrado, é planteada a necessidade de uma ética ambiental, que levou a propor como fins da EA, que a população do mundo, tivesse consciência do meio ambiente; conhecimentos, interesse (aptidão, atitudes, motivações) por este e pelos problemas ambientais, em forma individual e coletiva, para sua solução, avaliação e participação; assim, é um manifesto antecipador; para isto era necessária uma educação integral, continua, multidisciplinar, contextualizada no local.

Com a Agenda 21, em 1992 em Rio de Janeiro, foi estabelecido mais um compromisso moral, para a busca do chamado DS tentando ter equidade no social, viabilidade no ecológico e democracia no político, para isto, foi proposta uma educação para o DS (EDS), e conscientizar ao público neste processo. Com os objetivos da EDS, buscava-se a criação de consciência da relação ser humano natureza; educar para o meio ambiente e o desenvolvimento; complementar nos currículos os conceitos de ecologia e desenvolvimento como tema interdisciplinar no ensino escolar; para este último objetivo foi proposto desenvolver programas de formação inicial e continua de professores os quais deveriam usar propostas inovadoras; no ensino universitário devia ser oportunizada o interdisciplinar.

Nessa perspectiva vemos o chamado para que na educação sejam interligados nos currículos escolares conceitos de ecologia e desenvolvimento de forma interdisciplinar; ter programas de formação de professores com propostas inovadoras; foram criados os objetivos do milênio ou ODM; a educação superior devia desenvolver o interdisciplinar e transdisciplinar. Já em 2002 é declarada a década da educação para o DS (DEDS) no período 2005-2014 a qual demandava melhorar a educação enfatizando na formação de conhecimentos, valores, atitudes e aptidões para toda a vida; ou seja, uma EDS integral, crítica, transformadora e contextual; em 2015 foram propostos os objetivos do DS ou ODS-2030; é dizer, que em 2030 devem estar cumpridos uma serie de objetivos para formar no DS, porque no balanço de todos estes períodos, a maioria dos objetivos não são logrados ou ainda são incipientes. No informe da Unesco (2017) considera especificamente sobre os professores que estes devem:

- Ser formados para ensinar sobre desenvolvimento sustentável (EDS) e a cidadania mundial (ECM); embora, existem mais de dois terços dos países que não incluem estes temas na formação de professores.
- As porcentagens de países que integram completamente o DS na formação de professores subiu do 2%, em 2005, ao 8%, em 2013.
- Na formação de professores antes da incorporação do DS, os temas mais frequentes eram câmbio climático, meio ambiente e direitos humanos. Com regularidade integravam questões locais, como extração ilegal de madeira e desmatamento.
- Hoje é necessário trabalhar mais no desenvolvimento de indicadores de nível de sistema que evidenciem com precisão as necessidades de formação dos professores para ensinar conhecimentos e competências que promovam o DS.

Segundo a Unesco (2014), a EDS deve desenvolver ações curriculares que fomentem o pensamento crítico e criativo, a tomada de decisões e a capacidade de resolver problemas desde a perspectiva interdisciplinar; sendo assim, o conhecimento do professor universitário deve permitir-lhe abordar problemas ambientais e promover o desenvolvimento das competências necessárias para a sustentabilidade ambiental e ter competências sociais.

No contexto da formação profissional e no específico na formação de professores de química o chamado para a interdisciplinaridade também está colocado: assim, Martínez (2012) considera que os programas de formação profissional requerem de enfoques teóricos tais como os construtivista, transversal, interdisciplinar e sistêmico; Cebrian (2012) argumenta que se oferecem disciplinas separadas dentro dos cursos que abordam os problemas da sustentabilidade, oferecendo poucos obrigatórios, ou opcionais, específicos ou interdisciplinares de disciplinas disponíveis para qualquer aluno; Howlet, Ferreira e Blomfield (2016) argumentam sobre a necessidade de fazer mudanças nos currículos e na prática pedagógica das instituições de educação superior (IES) para desafiar às epistemologias e os discursos dominantes e atuar e pensar melhor sobre o meio ambiente; para isto, os programas das IES devem ser interdisciplinares e poder desenvolver capacidades críticas e reflexivas nos alunos; Zoller (2012) considera que a química (Q) e a alfabetização para a ciência da sustentabilidade (ACS) devem desenvolver capacidades de pensar o sistema de avaliação no contexto da ciência, da tecnologia, do meio ambiente e da sociedade, portanto, estas duas (Q e ACS) são um método de ensino interdisciplinar, que promovem o pensamento crítico para a solução de problemas e a tomada de decisões; e para que os alunos apliquem essas habilidades aos problemas complexos da sociedade em seu conjunto para a sustentabilidade global. Embora estas considerações derivadas de pesquisas, a inclusão da AC é limitada, reduzida e incipiente na maioria das IES que o que fazem é incluir noções sobre sustentabilidade, ecologia, natureza, meio ambiente, nos cursos da graduação, ou que destaca a abordagem disciplinar e não interdisciplinar ou transdisciplinar como metodologias.

Para ter uma educação química que supere a educação sobre ou para a EDS esta tem que ser holística superar o interdisciplinar, porque devem integrar-se no currículo de formação de licenciados em química e não simplesmente desenvolver-se como um tema demais.

## V. AMBIENTALIZAÇÃO DO CURRÍCULO

Em geral, a forma de incluir o ambiental –como umas das formas de entender a ambientalização– na educação e no ensino de ciências, é desenvolvida desde a perspectiva CTSA. Esta perspectiva deriva dos estudos sociais da ciência e da tecnologia, sendo conhecidos como estudos sobre “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS), ou como afirma Mitcham (1990) são uma busca de uma nova relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade: na relação antiga ou pré-moderna, ciência e tecnologia estiveram separadas, não tinham influência mutua porque foram governadas ou controladas pelo governo ou pela sociedade.

Na relação moderna, tem duas proposições: a primeira, na qual a ciência e a tecnologia devem se aproximar e promover a influência recíproca da uma sobre a outra; e a segunda, na qual a ciência como a tecnologia devem se tornar autônomas, libertar-se do controle político ou religioso. Esta visão moderna é justificada porque a tecnologia já não é observada como necessária –em alguns casos– ou perigosa –em outros–, ao contrário, é considerada necessária e boa, e deve se promover e desenvolver com liberdade. O que Habermas (1985) denominou “o projeto da modernidade” não é só o projeto da Ilustração de desenvolver a ciência e a tecnologia de forma separada da religião ou da metafísica, ou como esferas autônomas; é um compromisso para sintetizar a ciência e tecnologia e para conseguir que a política sustente e até ao mesmo subordinado á ciência/tecnologia. Hoje, os estudos CTS revelam muitas e complexas relações.

Este campo trata de entender o fenômeno científico/tecnológico no contexto social, tanto na relação com suas condicionantes sociais quanto nas consequências sociais e ambientais. Para fazê-lo tem uma perspectiva interdisciplinar na qual convergem disciplinas como a filosofia e a historia da ciência, a tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria política ou a economia da mudança técnica (Ibarra; López-Cerezo, 2001).

Segundo Tedesco (2009) *Ciência, Tecnologia e Sociedade* é o nome da linha de trabalho acadêmico e investigativo, que se pergunta pela natureza social do conhecimento científico/tecnológico e suas incidências nos âmbitos econômicos, sociais, ambientais e culturais, sobretudo das sociedades ocidentais. Os estudos CTS têm uma diversidade filosófica, sociológica e histórica, que compartilham o rejeito da imagem intelectualista da C&T, a crítica da concepção da tecnologia como ciência aplicada e neutral e a condenação da tecnocracia (Gonzalez; López-Cerezo, Luján, 2000).

Esta perspectiva emerge pela necessidade de atender as problemáticas consequências de natureza ambiental e social que tem o vertiginoso desenvolvimento científico/tecnológico (Ibarra; López-Cerezo, 2001); assim, começou no final dos anos 60 do século XX nos campus universitários –e foi estendido na educação fundamental e médio nos anos oitenta–, quando físicos questionaram o uso de seus conhecimentos para a preparação de armas, como o caso da energia nuclear e a bomba atômica (Tedesco, 2009), e assuntos como a equidade da distribuição dos custos ambientais da inovação tecnológica, o uso inadequado das descobertas científicas, as implicações éticas dos desenvolvimentos tecnocientíficos, depósito de resíduos contaminantes, envenenamentos farmacêuticos, acidentes nucleares em reatores civis, derramamento de petróleo, todos os quais começaram a gerar consequências que eram e são necessários para refletir e propor ações. O movimento ambientalista que surge na época, é politicamente agressivo, e desejava participar de uma desobediência civil da Earth Week de 1970 por causa de uma frase do senador Vance Hartke, quem considerava a tecnologia desbocada, e cuja única lei era o benefício próprio, que tinha envenenado o ar, destruído a terra, desmatado a floresta, e corrompido os recursos da água por muitos anos (Mitcham, 1990).

As três direções desenvolvidas pelos estudos CTS, segundo Gonzalez, López-Cerezo e Luján (2000) estão relacionados com três campos: o campo da pesquisa como opção para refletir a posição acadêmica e tradicional da C&T por uma visão não racionalista e socialmente contextualizada da atividade da C&T; o campo da política dos estudos CTS que defendem a participação pública do gerenciamento da C&T para tomar decisões sobre questões das políticas científico tecnológicas; e o campo da educação que tem permitido gerar programas interdisciplinares de ensino fundamental, meio e universitário.

Dentre as propostas recentemente em CTSA, apareceu o foco das questões ou problemas sociocientíficos (QSC) ou *Socio Scientific Issues: SSI*, que compartilham princípios e visões similares à educação CTSA, mais os autores das QSC podem argumentar que são diferentes. Em tudo caso, dizem Pedretti e Nazir (2011) CTSA e QSC reconhecem a importância da conceptualização da cultura científica para que os cidadãos participem da tomada de decisões informadas; tenham a capacidade de analisar, sintetizar e avaliar a informação; sejam formados sobre a natureza das ciências (*Nature of Science, NOS*); e possam ajustar ciência, ética e razoamento moral; todo isto faz, segundo Pedretti (2003) que as QSC precisem de um trabalho multi, trans e interdisciplinar por envolver aspectos sociais e um diálogo entre saberes científicos e humanísticos.

Além das QSC, autores como Sauv   (2010) e Simonneaux e Simonneaux (2014) descrevem as questões socialmente vivas (QSV) ou “questões quentes” as quais agitam nossas sociedades, especialmente em assuntos como saúde (em relação com os meios de vida) e meio ambiente (incluindo a alimentação e a energia); aqui a dimensão biofísica das realidades entram em jogo e a tecnologia torna-se em foco do olhar –como problema ou solução– portanto, o papel social da ciência e da tecnologia, no especial da química, não pode ser evitado (Parga-Lozano, 2015b).

Pode-se afirmar que as questões sociocientíficas aludem a três pilares do desenvolvimento humano sustentável: as variáveis econômica, científica e social; entanto as controversas ou questões socialmente vivas abordam três pilares mas sobre o desenvolvimento humano para a sustentabilidade que abrange as variáveis éticas, culturais e políticas; os dois grupos de variáveis estão inter-relacionadas e são interdependentes (Parga-Lozano, 2015a).



O argumentado tem sentido quando na perspectiva ambiental pode-se incluir uma visão complexa das relações CTSA, das QSC e das QSV ou na perspectiva das QSC/QSV podem se incluir aspectos ambientais, nos dois casos interagem os critérios da natureza e da sociedade. O foco é saber como o professor de química começa a ter apoio destas perspectivas, ou de outras, para ambientalizar seu ensino aproveitando que tem interesse pelos temas ambientais; também, é necessária sua formação nestas perspectivas para a abordagem de temas controversos ou socialmente vivos, tais como contaminação química da mineração, das fumigações de substâncias ilegais, dos agrotóxicos; as implicações da nanotecnologia, os alimentos transgênicos, a exploração de fontes alternativas de energia como a nuclear, entre outras, que são resultado das atividades tecnocientíficas e que requerem da participação de todos os cidadãos (Parga-Lozano; Pinzón, 2014).

## VI. ASPECTOS CHAVES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Os questionamentos colocados são para pensar em que é necessária uma formação do professorado de ciências que envolva além das perspectivas CTSA e QSC e QSV, aspectos de outras epistemologias, porque a que tradicionalmente é colocada é a epistemologia das ciências, o positivismo, as certezas, a modernidade; mas esta não é suficiente para compreender o ambiental nem a ambientalização; porque as duas demandam além das relações disciplinares, de outros saberes, outras epistemologias; a ciência por si mesma e sua epistemologia só garantem o DS para alguns, sozinha não pode resolver os problemas do mundo, porque são problemas complexos; é preciso formar cidadãos que questionem a ciência mesma, sua relação com a indústria e com o modelo econômico, que tem sido hegemônico, são necessários cidadãos que transformem o conhecimento e os valores, que validem aqueles que a ciência não considera, que transformem à sociedade.

Estas epistemologias outras vêm, por exemplo, do saber ambiental, da epistemologia do Sul, do pensamento andino, da filosofia da ecologia integral.

- O *saber ambiental* segundo Leff (2012) está fora do logocentrismo das ciências e da esfera da racionalidade penetrando os paradigmas do conhecimento; não busca formalizar um método, reintegrar e recompor o conhecimento no mundo moderno; mais desentranha as estratégias de poder da epistemologia empirista e racionalista da ciência que terminou fraturando, fracionado e separando o conhecimento; começa ao estabelecer as bases epistemológicas para a articulação teórica das ciências e abre o conhecimento para um diálogo de saberes em que se confrontam diversas racionalidades e tradições; a epistemologia ambiental é uma política do saber que pretende dar “sustentabilidade à vida”; não é a aplicação da razão teórica para aprender um novo objeto de conhecimento: o ambiente; foi criado na perspectiva de uma complexidade e das ciências da complexidade, surge como uma abordagem crítica no debate que abre a interdisciplinaridade; portanto, o saber ambiental questiona o âmbito da escrita da interdisciplinaridade e a totalização do conhecimento; problematiza os paradigmas da ciência para “ambientalizar” o conhecimento e gerar saberes nos quais se entrelaçam diversos vias de sentido.
- A *epistemologia do sul* (ES) de Santos (2011), é outra opção para entender que na abordagem dos problemas ambientais são necessárias todas as formas de entender o mundo, suas soluções não são só da ciência; a ES se fundamenta, entre outras, na *ecologia dos saberes* a qual considera como princípios a diversidade epistemológica do mundo; co-presença radical e igualitária; definição contextual da ignorância; uso contra hegemônico da ciência; tradução intercultural; conhecimento como intervenção na realidade. A ecologia de saberes significa que não há ignorância ou conhecimento geral porque toda ignorância tem certo conhecimento e todo conhecimento é produto

de uma ignorância particular (Santos, 2011). Nesta ecologia é chave questionar porque a ignorância pode ser ponto de chegada; ressalta aprender outros conhecimentos sem esquecer o próprio; assume que todas as práticas das relações nos seres humanos e de estes com a natureza é uma forma mais de conhecimento; não só é válido o conhecimento científico que é um conhecimento distribuído em desigualdade gerando injustiça cognitiva, e por sua vez, injustiça social. A ecologia de saberes busca que sejam exploradas outras práticas científicas alternas e promover a interdependência entre conhecimentos científicos e não científicos, ou seja promove o *diálogo de saberes* (tradicionais, camponeses, indígenas, dos movimentos sociais, autóctones, locais, científico; etc.). Esta proposta é chave como opção para abordar o ambiental e a ambientalização do currículo desde perspectiva integrais, holísticas, complexas.

- O *pensamento andino*, ou filosofia da espiritualidade ou da completude, Freire (2013) refere-se ao sistema milenário de modo e estilo de vida dos povos andinos que ainda sobreviveram a ocidentalização. Esta filosofia é considerada como um modelo de desenvolvimento e da modernidade, oposto ao sistema hegemônico do ocidente, ao capitalismo/socialismos, ao euro centrismo, ao cristão centrismo, ao antropocentrismo. É um sistema de vida holístico e interacional que tem decidido viver em harmonia com a natureza, ou que não quer dizer que não tenham problemas, controvérsias, dificuldades com os seres humanos e a natureza, quer dizer que não há uma visão de separação ou de divisão entre o ser humano e a natureza porque os dois são um só, são o mesmo. O “bem viver” como é chamado sua abordagem, não descarta os aportes do saber ocidental, nem as vantagens tecnológicas do mundo moderno ou os aportes das culturas e dos saberes que questionam os pressupostos da modernidade porque esta filosofia está sustentada na solidariedade, na sustentabilidade, na reciprocidade, complementariedade, responsabilidade, a eficiência e eficácia, a diversidade cultural e a identidade (Freire, 2013). O pensamento latino americano ou andino, enfatiza nos valores e aspectos éticos como o conviver integral, conviver sagrado, coparticipação mutua, conciliação harmoniosa, aspectos que são essenciais para reconciliar-nos com a natureza.
- A *ecologia integral* está proposta como princípios e fundamentos no *Laudato si'* (Papa Francisco, 2015); está focada nos bens comuns, a plenitude humana, a complementariedade, solidariedade, respeito e encontro com a natureza para pensar e formar na nova cidadania mundial que estaria além da demanda da Unesco, ou como diria Boff (2017) é um discurso ecológico que passou da ecologia ambiental à ecologia integral a qual é política, social, mental, cultural, educacional, ética e espiritual. A proposta do Papa Francisco ensina a humanidade, incluídos ateus e crentes, que sua ação evangélica é política e baseada na defesa da vida com bem universal (Rauber, 2017). A carta encíclica *Laudato si'* é a proposta para superar o caminho do maltrato à casa comum (a Terra). É um instrumento educacional para considerar a visão integral e holística da relação natureza sociedade.

No *Laudato si'* tem destaque o valor dado ao planeta, a defesa da natureza, a vida animal e as reformas energéticas; a forte crítica à idolatria do consumo “pelo qual devemos superar a ansiedade doentia que nos faz agressivos e consumistas desenfreados” (Papa Francisco, p. 200) ao atual modelo de desenvolvimento econômico e social do mundo e seus líderes; assim, chama a atenção para uma nova e valente revolução. A proposta do *Laudato si'*, está fundamentada na ecologia integral como novo paradigma de justiça que considera nosso lugar em cada campo de ação, na natureza, nas instituições, porque para analisar os problemas ambientais devem ser assumidos os contextos humanos, além disso, porque só existe uma crise não dois: a socioambiental.

Assim, vemos novas visões de outras epistemologias, como o saber ambiental, que permitem crer, em um diálogo fecundo, entre as diferentes formas de explicar os fenômenos, mais pela complexidade dos fenômenos ambientais ainda mais importante este diálogo; nessa conjunção dos saberes a ciência é um dos conhecimentos junto com os

conhecimentos e os saberes acima citados. É necessário evitar formar sujeitos que continuem com o divórcio entre natureza e os seres humanos porque assim está sendo mantida uma civilização que põe em risco a vida e o vivo e porque os seres humanos somos parte dessa natureza e ao final, a natureza pode se proteger e manter por si mesma.

#### IV. CONCLUSÕES

No contexto da universidade, na formação de professores de química, ao pensar na ambientalização do ensino, devem ter cabida opções acadêmicas e não acadêmicas, não para ser abordadas como temas de mais, se não, para ambientalizar o currículo, ou seja, transformando o ensino a partir de um conhecimento didático do conteúdo (CDC) holístico, que fomente o diálogo de saberes ao abordar os problemas da vida que são os temas a ensinar hoje; o CDC, deve permitir compreender porque o professor universitário ensina o que ensina, toda vez que é questionado o ensino monodisciplinar e interdisciplinar, ao não ser que seja parte da relação com o contextual, com os problemas do mundo, como os sociais e ambientais, que reclamam uma formação cidadã, justiça social, justiça cognitiva; é dizer, que na universidade devemos ter clareza das aprendizagens que devem ter os novos professores para lograr ser profissionais licenciados em química que lhe aportam à formação de cidadão dispostos na transformação social.

Por isto, o CDC para a formação dos professores de química pode permitir superar as visões disciplinares, em ter melhores sujeitos com sentido do social, que vinculam os diversos conhecimentos (das ciências humanas, sócias e da natureza) com a multiplicidade de saberes do mundo local global; hoje, não basta ensinar desde o monodisciplinar, ou o multi, ou o pluridisciplinar, toda vez que é um só professor assumindo relações disciplinares diversas; dizer que o ensino que faz é o interdisciplinar ou transdisciplinar é questionável; por isso, é necessário que a universidade transforme sua forma tradicional de organizar o currículo, como matérias separadas e insoladas umas de outras, porque ao final, toda a responsabilidade do interdisciplinar fica em um só professor; será isto interdisciplinar? Mesmo assim, pensar em um diálogo de saberes desde o monodisciplinar é ainda impossível desde a atual estrutura universitárias, toda vez que o que se está fazendo é trazer informações dos saberes ancestrais ou tradicionais, mais não é viver um currículo ambientalizado, não é ter diálogo de saberes, porque este diálogo é um convite para viver em seus princípios; este só será possível quando desde o ensino sejam resolvidos problemas da vida (não problemas algorítmicos por si), e ao resolvê-los, convoca aos diversos implicados em sua solução, isto é ambientalizar o conteúdo.

#### REFERÊNCIAS

- BECHER, T. (2001). *Tribus y territorios académicos. La indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*. Barcelona: GEDISA.
- BERTALANFFY L. (2003). *Teoría general de los sistemas*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- BOFF, L. (Comp.). (2017). Preservar la perspectiva singular del Papa: la ecología integral. Em: RAUBER, I. (Comp.). *Laudato si'. Reflexiones ecuménicas y marxistas para una nueva civilización* (147-149). Bogotá: Ediciones desde abajo.
- CEBRIAN, B.G. (2013). An action research approach for embedding education for sustainability in university undergraduate curriculum. *Tese doutoral* (Education: Faculty of Human and Social Sciences). University of Southampton: United Kingdom.
- FREIRE, A.O. (2013). Buen vivir vs. Sumak Kawsay: reforma capitalista y revolución alter-nativa. Una propuesta desde los Andes para salir de la crisis global. Buenos Aires: Ediciones Ciscus.

- GÓMEZ, M. G. (2005). El fenómeno de la interdisciplinariedad en la ciencia de la información: contexto de aparición y posturas centrales. *Acimed*, 13(3). Disponible en [http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13\\_3\\_05/aci05305.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_3_05/aci05305.htm). Acceso 13 de sep. 2018.
- GONZÁLEZ-GAUDIANO, E. (1989). La carta de Bogotá sobre universidad y medio ambiente. *Revista de la Educación Superior*, 71. 81-88.
- GONZÁLEZ, M.I; LÓPEZ CERREZO, J.A.; LUJÁN, J.L. (2000). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnós.
- GRUPO SALTERS. (1997). Proyecto química SALTERS. *Cuadernos de pedagogía*, (281), 68-72.
- HABERMAS, J. (1985). La modernidad, proyecto incompleto. In: H. FORESTER (Ed.), *La posmodernidad* (pp.27-28). Barcelona: Kairós.
- HOWLET, K.; FERREIRA, J.A.; BLOMFIELD, J. (2016). Teaching sustainable development in higher education: Building critical, reflective thinkers through an interdisciplinary approach". *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 17(3), 305-321.
- IBARRA, A; LÓPEZ CERREZO, J. (2001). Norte y sur de CTS. In: A. IBARRA; J. LÓPEZ CERREZO (Eds.). *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad* (pp.13-23). Madrid: Biblioteca nueva, Organización de estados iberoamericanos, OEI.
- LEFF, E. (2012). *Aventuras da epistemologia ambiental: Da articulação das ciências ao dialogo de saberes*. São Paulo: Cortez Editora.
- MARTÍNEZ, L.F; PARGA-LOZANO, D.L. (2013). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- MARTÍNEZ, A.M. (2012). La educación ambiental y la formación profesional para el empleo. la integración de la sensibilización ambiental. *Tese doutoral* (programa interuniversitario de Educación ambiental). Universidad de granada, Granada: Espanha.
- MAX-NEEF, M.A. (1993). *Desarrollo a escala humana. Conceptos aplicaciones y algunas reflexiones*. Montevideo, Uruguay: Nordan Comunidad.
- MAX-NEEF, M.A. *Fundamentos de la transdisciplinariedad*. Universidade Austral de Chile, Valdivia. 2004.
- MITCHAN, C. (1990). En busca de una nueva relación entre ciencia, tecnología y sociedad. In: M. Medina; J. Sanmartín (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad* (pp.11-41). Barcelona: Anthropos: editorial del hombre.
- NICOLESCU, B. (1999). *O Manifesto da transdisciplinariedade*. São Paulo: Trion.
- PAPA FRANCISCO. (2015). *Carta encíclica. Laudato si'. Sobre el cuidado de la casa común*. Bogotá: San Pablo. Librería Editrice Vaticana, Ciudad del Vaticano.
- PARGA-LOZANO, D.L. (2015a). ¿Qué saben los profesores de química sobre educación ambiental? *Anais. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindoia, São Paulo. 24-27/nov. /2015*. Disponible em: <http://www.xenpec.com.br/anais2015/indiceautor.htm>. Acceso em: 20 de jul. 2018
- PARGA-LOZANO, D.L. (2015b) Conhecimento didático do conteúdo sobre a química verde: o caso dos professores universitários de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Bogotá, 38, 167-182.
- PARGA-LOZANO, D.L. (2016). Problemáticas socio ambientales y formación de profesores. *Seventh World Environmental Education Congress: 7 WEEC*. Marrakech, 9-14/ jun. 433-439. Disponible em: <http://www.environmental-education.org/en/documents/proceedings-7th-congress-weec/11-niche-7-greening-education-.html>. Acceso em: 10 de jul 2018.

- PARGA-LOZANO, D.L.; PINZÓN Y. (2014). El currículo del programa de formación de profesores en la interfaz universidad escuela. In: L.F. MARTÍNEZ; D. PARGA-LOZANO. (Comp.). *Formación permanente de profesores en la interfaz universidad-escuela: currículos, fundamentos y roles, una experiencia en construcción* (pp.39-71). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- PEDRETTI, E. (2003). Teaching Science, Technology, Society and Environmental (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: D. ZEIDLER, (Org.), *The role of moral reasoning on Socio scientific issues and discourse in science education* (pp. 219-239). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- PEDRETTI, E.; NAZIR, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science education*. 95(4), 601-626.
- PUERTO, L.; PARGA-LOZANO, D.L.; MORA-PENAGOS, W.M. (2010). Ambientalización curricular de los programas de enseñanza química en la educación media: un estudio de caso. *Dissertação de mestrado*, Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- RAUBER, I. (Comp.). (2017). *Laudato si'. Reflexione ecuménicas y marxistas para una nueva civilización*. Bogotá: Ediciones desde abajo.
- ROBOTTON, I.; SIMONNEAUX, L. (2012). Socio-Scientific Issues and Education for sustainability in contemporary education. *Research in Science Education*. 42(1), 1-4.
- SANTOS, B.S. (2011). *Epistemología del sur. Utopía y praxis latinoamericana*. 16(54), 17-39.
- SAUVÉ, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las ciencias*. 28(1), 5-18.
- SIMONNEAUX, L.; SIMONNEAUX, J. (2014). Panorama de recherches autour de l'enseignement des Questions Socialement Vives. *Revue francophone du Développement durable*, 4, 109-126.
- SOMMERMAN, A. (2011). Complejidade e transversalidade. *Terceiro incluído*. NUPEAT–IESA–UFG, v.1, n.1, jan. / jun., 77–89. Doi 10.5216/teri.v1i1.14390.
- TEDESCO, J.C. (2009). Prioridad en la enseñanza de las ciencias: una decisión política. In: M. Martin-Gordillo (Coord.). *Educación, ciencia, tecnología y sociedad* (pp.11-20). Madrid: Organización de estados iberoamericanos, OEI.
- UNESCO. (2014). *Declaración de Aichi-Nagoya sobre la Educación para el Desarrollo Sostenible. Conferencia Mundial, Aichi-Nagoya (Japón)*, 10-12 de noviembre. Reuniones de las partes interesadas Okayama (Japão), 4-8 de noviembre 2014. Disponible em <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf>. Acceso de 15 ago. 2018
- UNESCO. (2017). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2016*. La educación al servicio de los pueblos y el planeta: creación de futuros sostenibles para todos. Paris, Francia: Ediciones Unesco.
- ZOLLER, U. (2012). Science Education for Global Sustainability: What Is Necessary for Teaching, Learning, and Assessment Strategies? *Journal Chemical Education*. 89(3), 297–300.