

**SISTEMA ENDÓCRINO E DESREGULADORES HORMONAIS: UMA ABORDAGEM
CTS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS
(Endocrine system and endocrine disrupters: a STS approach in the initial training of science
teachers)**

Letícia Dellazari [leti_dela@yahoo.com.br]

Mestrado em Educação em Ciências e Matemática/ PUCRS

João Bernardes da Rocha Filho [jbrfilho@puers.br]

Faculdade de Física e Mestrado em Educação em Ciências e Matemática/ PUCRS

Regina Maria Rabello Borges [rborges@puers.br]

Faculdade de Biociências e Mestrado em Educação em Ciências e Matemática/ PUCRS

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Av. Ipiranga, 6681 - Partenon - Porto Alegre/RS - CEP: 90619-900

Resumo

Este artigo apresenta a Unidade de Aprendizagem “Fisiologia humana e desreguladores hormonais dispersos no ambiente” e avalia possíveis contribuições à formação inicial de professores de Ciências, por meio de um estudo de caso com uma turma de um curso de graduação em Ciências Biológicas. A pesquisa teve abordagem qualitativa, descritiva e interpretativa. Constatou-se que poucos licenciandos tinham conhecimentos prévios sobre o tema, mas todos reconheceram o seu processo de aprendizagem e contribuições do trabalho a sua formação inicial como professores de Ciências. Houve destaque à importância da educação em Ciências no desenvolvimento de uma consciência mais crítica e questionadora sobre assuntos atuais e relevantes para a sociedade, considerando aspectos éticos da Ciência e da Tecnologia.

Palavras-chave: Unidade de Aprendizagem. Sistema Endócrino. Desreguladores Hormonais. Formação de Professores. Educação em Ciências.

Abstract

This paper presents the Learning Unit "Human Physiology and Hormone Disrupters dispersed into the environment" and evaluates its possible contributions in the training of science teachers, through a case study with a class of students in an undergraduate course of Biological Sciences. The research approach was qualitative, descriptive and interpretive. As a result, it was found that only a few students had a previous knowledge about the topic, but all they acknowledged their learning process and contributions to their initial training as teachers of science. There was emphasis on the importance of the Science Education in developing a more critical and questioning awareness on issues current and relevant to society as the ethical use of Science and Technology.

Keywords: Learning Unit. Endocrine System. Endocrine Disrupters. Teachers Training. Science Education.

Introdução

Desreguladores (ou disruptores, ou interferentes) endócrinos são produtos químicos que alteram o funcionamento do sistema endócrino. São “agentes exógenos que interferem na produção, liberação, transporte, metabolismo, ligação, ação ou eliminação dos hormônios naturais no organismo responsável pela manutenção da homeostasia e regulação de processos de desenvolvimento.” (EPA, 2009).

Em inglês os autores vêm usando o termo *endocrine disruptors* e no Brasil se usam várias terminologias, como disruptores endócrinos (Meyer et al, 1999), desreguladores endócrinos (Koifman e Paumgarten, 2002) e interferentes endócrinos (Alves et. al., 2007). Esse grupo diversificado de substâncias pode incluir produtos químicos sintéticos, como pesticidas e

plastificantes, produtos farmacêuticos, hormônios encontrados em plantas (fitoestrógenos) ou hormônios excretados por animais, incluindo humanos. (EPA, 2009). Mas, enquanto os hormônios naturais são rapidamente eliminados do ambiente, os produtos sintéticos são persistentes, acumulando-se no solo, nos rios e na atmosfera. Concentram-se ao longo da cadeia trófica e por isso afetam sobretudo os humanos, que se encontram no topo da cadeia alimentar (Meyer et al, 1999). Alteram diretamente o funcionamento do sistema endócrino, pois podem mimetizar hormônios sexuais, especialmente estrógenos. Estão presentes em produtos químicos sintéticos, como agrotóxicos, plastificantes, detergentes e outros produtos industrializados.

Grande parte das frutas e legumes comercializados contém agrotóxicos. “Tanto o produto proveniente do campo quanto o industrializado são levados ao consumidor com resíduos e aditivos químicos que o organismo não expete de todo.” (Soffiati, 2005, p.29). Até mesmo as embalagens plásticas da maioria dos alimentos, além de produtos de limpeza, como os detergentes, contêm substâncias sintéticas capazes de alterar o equilíbrio fisiológico (Santamarta, 2001).

É importante veicular esse tema na Educação em Ciências, considerando influências múltiplas e recíprocas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (abordagem CTS), questionando valores ligados ao desenvolvimento científico e tecnológico (Bazzo, Linsingen & Pereira, 2003). Essa abordagem permite avaliar “[...] implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico.” (Auler & Bazzo, 2001, p. 3).

Assim, convém refletir a respeito do sistema endócrino, suas relações com os sistemas nervoso e imunológico e influências que exercem no funcionamento do organismo como um todo, na saúde, nas emoções, na cognição e no comportamento. Além de o sistema endócrino interligar-se a outros sistemas, há fatores ambientais que podem interferir em suas funções - desde o estresse da vida moderna até a poluição ambiental. Um desses fatores é a presença de desreguladores hormonais difundidos por todo o planeta.

Desreguladores hormonais e fisiologia humana

Muitas são as substâncias conhecidas e/ou suspeitas de agirem como desreguladoras hormonais. Há mais de uma década, já estavam identificados em torno de 67 grupos desses químicos sintéticos (Keith, 1997), a maior parte dos quais simula a ação de estrógenos. Embora existam hormônios vegetais com ação semelhante, os fitoestrógenos, dos quais uma fonte bem conhecida é o grão de soja, estes, quando ingeridos, são rapidamente eliminados, enquanto os estrógenos sintéticos não são metabolizados pelo organismo, ficando acumulados no tecido adiposo.

Os desreguladores endócrinos podem afetar o equilíbrio hormonal de diferentes formas: ligando-se a receptores celulares designados aos hormônios naturais; bloqueando os receptores de modo que os hormônios sejam incapazes de se ligar a eles; mudando a mensagem dos hormônios; desregulando a síntese natural de hormônios e alterando a quantidade de hormônios circulantes. Algo preocupante, visto que, “a América do Sul é notavelmente conhecida pela ausência de pesquisa nesta área” (Multigner & Oliva, 2002, p. 408), não havendo, portanto, legislação a respeito.

Um aspecto a ser considerado é o tempo de exposição, mais prejudicial que a própria concentração da dosagem. Expor-se por longos períodos durante a vida é mais prejudicial do que ser exposto em um momento a uma dose muito alta. Os primeiros estágios de desenvolvimento são os mais vulneráveis, pois a exposição a essas substâncias pode desregular e prejudicar o desenvolvimento normal das células, de órgãos e de diversas funções. No período em que ocorre a diferenciação sexual em diferentes espécies de mamíferos, incluindo humanos, altos níveis de

testosterona podem provocar masculinização, e altos níveis de estrógenos geram alterações de feminilização. Déficit de aprendizado e hiperatividade também podem ser relacionados à exposição a desreguladores hormonais ainda na vida intra-uterina (Keith, 1997; Colborn, Dumanoski & Myers, 2002).

As disfunções no sistema endócrino provocadas pelos desreguladores hormonais podem atingir sistemas que a ele se inter-relacionam, como o sistema imune. Keith (1997) já afirmava que leucócitos também produzem hormônios que ajudam na defesa de doenças, reconhecendo que as interações entre os sistemas endócrino, nervoso e imunológico são muito complexas. Isso foi confirmado em pesquisas recentes (Butts e Sternberg, 2008). Marques, Cizza e Sternberg (2007) mostraram que diversos tipos celulares do sistema imune secretam citocinas (proteínas reguladoras) específicas e, desta forma, o sistema imune regula ações do sistema neuroendócrino. Além disso, o sistema imune possui receptores para neurotransmissores e hormônios. O sistema nervoso central (SNC), via rotas endócrinas, controla o sistema imunológico, o qual, via secreção de citocinas, sinaliza para o SNC. Conforme Medina, Strasser e Kincade (2000), a presença de estrogênio reduz significativamente a produção dos precursores das células B (linfócitos), que no sistema imune são responsáveis pela defesa do organismo, ou seja, pela produção de anticorpos para combater os antígenos.

Foram encontrados receptores de estrogênio em tecidos reprodutivos e também em células do sistema imune, como as células T, monócitos e macrófagos, constatando-se, inclusive, que a modulação da atividade de células imunes mediada por estrógenos altera a produção, proliferação e ativação de citocinas. O sistema imune sinaliza para o sistema neuroendócrino e este responde. Dependendo da situação, “secreta hormônios esteróides (glicocorticóides) e [...] estimula a produção de outros hormônios esteróides (estrogênio, progesterona, testosterona, mineralocorticóides).” (Bird, Karavitis & Kovacs, 2008, p. 7). Os mesmos hormônios agem diferentemente em cada uma das respostas e em cada um dos tipos celulares responsáveis pelo tipo de resposta imune, sendo que

[...] há muitas evidências dos efeitos de fatores neuroendócrinos na imunidade [...] no início e progressão de doenças; [...] em muitas condições que exibem diferenças em severidade, diversos fatores (incluindo níveis hormonais, receptores hormonais e resposta a hormônios) podem efetuar um importante papel em doenças. (Bird, Karavitis & Kovacs, 2008, p.12).

Considerando essa complexa interação e resultados de pesquisas que apontam para a interferência de fatores ambientais no sistema endócrino, foi desenvolvida uma atividade educacional junto a professores de Ciências em formação, ou seja, licenciandos de um curso de graduação em Ciências Biológicas, da qual eles participaram interativamente. Foi avaliada a contribuição desse estudo ao processo de formação inicial de professores de Ciências, no contexto da Unidade de Aprendizagem (metodologia de ensino) apresentada a seguir.

Unidade de Aprendizagem (UA) sobre Fisiologia Humana e Desreguladores Hormonais

As UA estão alicerçadas em princípios como o construtivismo, a pesquisa, a problematização do conhecimento inicial do grupo, o questionamento e a argumentação (Galiuzzi, 2002). É uma metodologia de trabalho de sala de aula que pretende a reconstrução de conhecimentos (Moraes & Gomes, 2007), analisando um tema de forma mais ampla e complexa, na busca de superar a fragmentação dos conteúdos (Rocha Filho; Basso & Borges, 2006). Privilegia os conhecimentos prévios, incentivando os alunos a explicitarem suas idéias e desenvolverem a capacidade de argumentação. Pode envolver atividades diversificadas, como realização de experimentos, consultas bibliográficas e à Internet, debates, apresentação de seminários, elaboração de projetos de pesquisa, redação de artigos, discussão de filmes, jogos, provas escritas e outras

(Moraes & Gomes, 2007). Corresponde às sugestões das Orientações Curriculares para o Ensino Médio, no sentido de utilizar “recursos pedagógicos para um ensino que coloque o aluno como centro de sua aprendizagem.” (Brasil, 2006, p. 16), estabelecendo uma “parceria entre o professor e os alunos” (Brasil, 2006, p. 26).

A UA sobre desreguladores hormonais e fisiologia humana foi desenvolvida por meio de uma abordagem CTS. Após identificação das idéias prévias dos alunos sobre o tema, essas idéias foram categorizadas e trabalhadas pelos licenciandos em pequenos grupos. Antes de iniciar os trabalhos em grupo, foi exibido o filme “Agressão ao Homem”¹, produzido pela BBC de Londres, que apresenta investigações descritas no livro *O Futuro Roubado* (Colborn, Dumanoski & Myers, 2002). As atividades da UA aconteceram em sete encontros semanais de duas horas-aula, durante dois meses (Quadro I).

ENCONTRO	ATIVIDADES	OBSERVAÇÕES
I	Apresentação da UA. Idéias iniciais sobre o tema. Categorias iniciais. Elaboração do organograma. Organização dos grupos.	Os licenciandos se organizaram em cinco grupos de trabalho.
II	Trabalhos em grupos com a utilização de livros, revistas e sites confiáveis.	Houve intensa participação e os grupos trabalharam com autonomia.
III	Exibição do documentário <i>Agressão ao homem</i> , da BBC de Londres.	Em seguida realizou-se um debate sobre o documentário.
IV	Trabalho de pesquisa em sala de computadores com acesso à Internet.	Houve acompanhamento dos trabalhos em cada grupo.
V	Início das apresentações dos grupos.	Dois grupos se apresentaram; após realizaram-se discussões.
VI	Continuação das apresentações.	Dois grupos se apresentaram e seguiu-se um debate.
VII	Final das apresentações. Respostas às questões do instrumento de pesquisa pelos alunos que concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).	17 alunos aderiram à pesquisa com a assinatura do TCLE e respostas ao questionário.

Quadro 1 – Resumo das atividades desenvolvidas em cada encontro.

Segue-se um detalhamento dos encontros.

Encontro I – Apresentação da UA (em que consiste uma UA, como funciona e em que se fundamenta). O desenvolvimento de uma UA está previsto na ementa da disciplina, sendo a UA apresentada como metodologia de ensino e desenvolvida pela mestrandia autora deste artigo, em seu estágio docente. Após essa apresentação os licenciandos vivenciaram a metodologia, no contexto da UA intitulada *Fisiologia Humana e Desreguladores Hormonais Dispersos no Ambiente*. Eles foram convidados, individualmente, a escreverem o que sabiam sobre o tema: “Expresse o que você conhece e/ou gostaria de conhecer sobre a influência de desreguladores hormonais na fisiologia humana. A tarefa pode ser na forma que considerar mais adequada, no intuito de manifestar seu pensamento, como, por exemplo, perguntas, pequenos textos, observações, etc.”

¹ Disponível para cópias com fins educacionais.

Logo após, houve um debate sobre as respostas. Então, em conjunto, foram criados 14 grupos de idéias e questionamentos iniciais, que foram reunidas por semelhança em 5 grupos (Quadro 2) e organizadas posteriormente em um organograma (Figura 1). Os licenciando reuniram-se em 5 grupos de trabalho relativos a esses conjuntos de idéias.

Idéias e Questionamentos Iniciais dos Alunos	Temas e Grupos	Grupos
Que tipo de moléculas são? Quais os efeitos? O que são? Quais os hormônios? Onde estão?	O que são?	1
Relações custo benefício. Responsabilidade humana. Impacto sócio-econômico.	Impacto Socioeconômico	2
Poluição. Impacto Ambiental, Que outros seres vivos são atingidos?	Impacto Ambiental	3
Alimentação. Meios de exposição. Legislação - Brasil e outros países.	Meios de Exposição Legislação	4 5

Quadro 2 – Idéias e questionamentos, temas e grupos de idéias, geradas a partir das idéias prévias dos alunos.

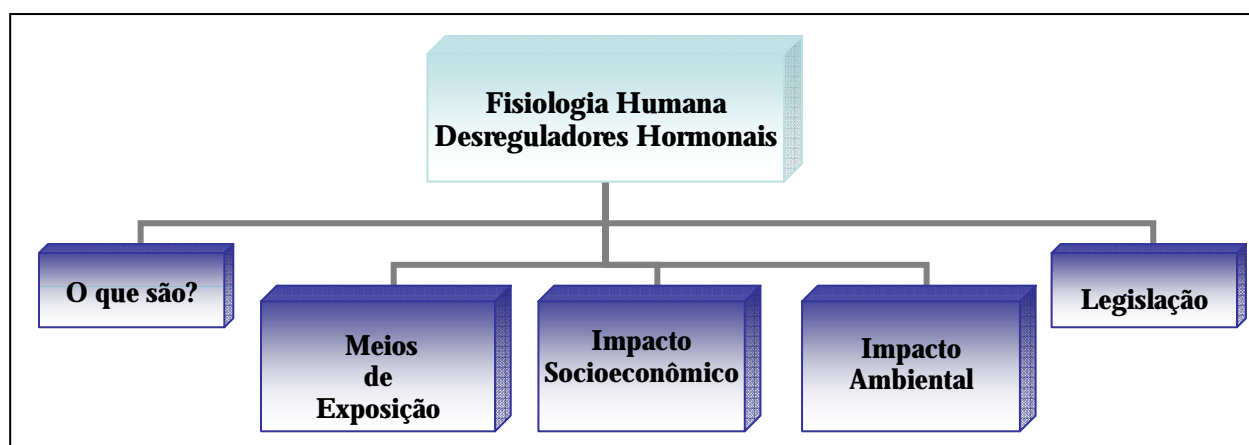


Figura 1: Organograma sobre os temas criados pelos alunos.

Encontro II - Como os grupos já haviam sido organizados na semana anterior, os alunos se reuniram para discutir sobre o tema. Foram disponibilizados alguns sites confiáveis e bibliografias que os alunos poderiam usar para realizar a atividade. Houve uma distribuição gratuita do livro *Plásticos, Detergentes e Desequilíbrio Hormonal – um grito de alerta* (Borges; Hillebrand, 2007). É um livro de apoio que trata de questões educacionais relacionadas ao tema, como, por exemplo, sugestões de trabalhos que podem ser realizados na educação básica.

Os subsídios foram disponibilizados também no ambiente virtual (Moodle²), juntamente com outros materiais, como dois artigos sobre UA e duas reportagens sobre disruptores endócrinos.

Encontro III - Exibição do documentário “Agressão ao Homem”³ (BBC de Londres), seguida pela discussão do filme.

Encontro IV - Dando continuidade aos trabalhos, em uma sala de computadores com acesso à Internet, os alunos se reuniram em seus respectivos grupos e começaram a buscar informações em sites e outros materiais que trouxeram e os cedidos pela mestrandia.

² Moodle - Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment. É um sistema gratuito de administração de atividades educacionais em um ambiente virtual de apoio à aprendizagem.

³ Disponível para fazer cópias para fins educacionais.

Os trabalhos em grupo foram intercalados com consultas bibliográficas e a sites da internet, em especial um elaborado pelo agrônomo Luiz Jacques Saldanha e outros (*O nosso futuro roubado*⁴), que contém diversos materiais sobre o tema. Os alunos tiveram liberdade para propor atividades que achassem mais adequadas para desenvolverem seus trabalhos.

Encontro V – Início das apresentações pelos alunos, começando com a do Grupo 1, intitulada “O que são desreguladores hormonais?”, no formato de seminário. Ao final, os alunos apresentaram vários materiais com substâncias desreguladoras hormonais, como produtos de limpeza e cosméticos, entre outros. Em seguida houve a apresentação do Grupo 4, com o tema “Alimentação e meios de exposição”, também no formato de seminário.

Encontro VI - Apresentação dos grupos 2 e 3, respectivamente, “Impacto socioeconômico” e “Impacto ambiental”, provocando intenso debate.

Encontro VII - Nesse encontro aconteceu a apresentação do grupo 5, “Legislação” Logo após, foi distribuído a cada aluno um questionário de quatro perguntas para a avaliação dos trabalhos. Eles foram informados de que eles poderiam consentir, ou não, com a utilização dos seus depoimentos escritos na pesquisa. Cada um recebeu cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) elaborado para esta finalidade de modo retroativo, conforme orientações do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade. A participação nas atividades correspondia a situações normais de sala de aula, mas os alunos poderiam, a qualquer momento, recusar fazer parte da pesquisa, sem qualquer prejuízo para si.

Todo o processo da UA foi acompanhado e avaliado sistematicamente, conforme especificado na metodologia de pesquisa descrita a seguir.

Metodologia de pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram 17 alunos de uma turma de graduação em Ciências Biológicas que concordaram com a utilização dos seus depoimentos para fins de análise, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ficou estabelecido que não haveria qualquer forma de identificação. Por isto as citações dos licenciandos se distinguem das demais por serem colocadas em itálico, sem referir autoria, nem mesmo por convenções como letras ou números.

O instrumento inicial para obter informações constou de uma questão dissertativa quanto às idéias prévias dos licenciandos sobre o tema, permitindo elaborar um organograma para o início dos trabalhos, segundo a metodologia de ensino adotada (UA).

A participação dos alunos ao longo da UA foi acompanhada por meio de registros dos debates e trabalhos produzidos, no diário de campo da mestranda. De acordo com Lüdke e André (1986, p. 26), “[...] a experiência direta é sem dúvida o melhor teste de verificação da ocorrência de um determinado fenômeno”, pois quem pesquisa passa de observador a participante e pode refletir melhor sobre as percepções dos sujeitos e suas próprias idéias. Assim, foi possível vivenciar os acontecimentos em comunicação direta com os sujeitos de pesquisa.

Para finalizar os trabalhos, foi respondido pelos licenciandos um questionário com quatro questões abertas, obtendo-se depoimentos auto-avaliativos sobre mudanças em conhecimentos e práticas e contribuições ao seu processo de formação como professores de Ciências.

⁴ Disponível em <http://www.nossofuturoroubado.com.br/>

A metodologia de análise dos dados foi a *Análise Textual Discursiva* (Moraes, 2003; Moraes & Galiazzi, 2007), uma análise intermediária entre as análises de conteúdo e de discurso, aplicada tanto aos depoimentos obtidos em resposta aos instrumentos de pesquisa como aos registros no diário de campo, buscando a compreensão do fenômeno. Por meio dessa metodologia os materiais de análise foram examinados e organizados e, a partir de diversas leituras, foram identificadas unidades textuais, à semelhança de uma análise de conteúdo. Ainda como uma análise de conteúdo, as unidades passaram por um processo de categorização.

A análise textual discursiva diferencia-se da análise de conteúdo, sobretudo, pela ênfase em uma abordagem qualitativa e descritiva. Em ambas, as categorias podem ser construídas a partir da leitura do pesquisador, que irá criá-las em um processo no qual as unidades são agrupadas de acordo com suas semelhanças e diferenças. Mas as categorias podem também, tanto na análise de conteúdo como na análise textual discursiva, serem previamente estabelecidas de acordo com critérios do pesquisador.

Nesse caso, a análise dos dados resultou em três categorias estabelecidas previamente segundo as questões de pesquisa: conhecimentos iniciais dos licenciandos; produção e aprendizado; contribuições para sua formação docente. No presente artigo foi enfatizada a terceira, pela sua relevância à formação de professores de Ciências, após a apresentação em síntese das duas primeiras.

Conhecimentos iniciais e aprendizado dos licenciandos

Quanto às idéias prévias dos licenciandos, identificadas a partir do primeiro instrumento de pesquisa, foram elas que desencadearam a Unidade de Aprendizagem (UA). Foi constatado que alguns já possuíam noções sobre o tema devido a trabalhos anteriores na própria faculdade. Entretanto, a maioria desconhecia o assunto. Entre aqueles que afirmaram nunca terem ouvido falar sobre o tema, alguns faziam associações, chegando a definições aproximadas do que seriam os desreguladores hormonais e reconhecendo que o ambiente pode influenciar no funcionamento do organismo. Em outro grupo de alunos, os depoimentos traziam o mesmo tipo de associações, mas sem conseguir aproximar-se de uma definição de desreguladores hormonais. Cerca de metade dos alunos, em seus depoimentos, preferiu expressar-se na forma de questionamentos, aparecendo interrogativas do tipo: O que são desreguladores hormonais? Onde são encontrados? Como acontece a exposição aos desreguladores hormonais? Quais as conseqüências? Como se prevenir? Quais os outros seres que podem ser afetados?

Na análise do desempenho e da produção dos licenciandos durante a UA, foi constatado que, independentemente do tema que o grupo estava trabalhando, no discurso produzido havia uma preocupação com questões ambientais. Eles centraram-se nisto, esquecendo um pouco a fisiologia humana. Percebeu-se que a ênfase na Educação Ambiental era muito importante para eles, pois todos aprofundaram estudos sobre efeitos dos desreguladores hormonais no ambiente e, portanto, em seres vivos.

Nas apresentações, muitos assuntos fundamentais apareceram: questões educacionais, como as relacionadas aos PCN's; importância do professor na formação de indivíduos com consciência crítica e capacidade questionadora e argumentativa; livros didáticos, que em geral não contemplam questões atuais relacionadas à abordagem CTS, nem a construção de valores éticos de forma não-superficial; necessidade de atualização constante dos professores, tanto no processo de educação continuada como na formação inicial.

Nos debates apareceram questões relacionadas a aspectos políticos e sócio-econômicos envolvendo desreguladores hormonais. Foi citada a questão da mídia, com propagandas

estimulando o consumismo que resulta em produção de resíduos sólidos e poluição. Comparou-se essa situação com a que existe em outros países, como os da União Européia (UE) e os Estados Unidos (EUA), e mesmo a Argentina e o Uruguai, que tomam medidas preventivas a respeito, enquanto no Brasil ainda se discute se os desreguladores hormonais existem ou não.

Explorando as contribuições para a formação inicial de professores de Ciências

A pesquisa evidenciou que o trabalho realizado foi relevante para a formação inicial dos participantes como professores de Ciências. Segundo os licenciandos, eles aprenderam sobre o tema amplo relacionado com um conteúdo específico, fisiologia humana, e ainda sobre uma nova metodologia de ensino, conforme exemplificado nos depoimentos: *Aprendi como construir o desenvolvimento de um tema para meus futuros alunos, de maneira prática e interativa. E ainda: Foi muito útil para desempenhar minhas atividades como futuro professor e como cidadão. Também se mostraram favoráveis a trabalhar outros temas na graduação: Acredito ser interessante ver temas diversificados durante a disciplina. Consideraram que assim se pode fugir um pouco de temas comumente empregados, possibilitando novas abordagens e novas discussões. Este assunto é de suma importância, pois trata de um assunto que afeta direta e indiretamente a saúde humana e a preservação do meio ambiente.*

No processo de formação de professores de Ciências convém refletir sobre fatores externos que influenciam a produção e disseminação do conhecimento científico e as interações homem-natureza. É essencial também reconhecer e explorar os aspectos histórico-culturais presentes na formação docente. Os alunos devem ser capacitados para desempenhar as funções de professor e biólogo. Tratar assuntos importantes e de pouca visibilidade, por serem temas polêmicos e afetarem interesses econômicos e políticos, é essencial para o desenvolvimento de um profissional mais qualificado, que possua autonomia de conhecimento e crítica. Zanon et al (2008, p.44) destacam, neste sentido,

O papel central do professor e da escola, o de disponibilizar o acesso dos estudantes às produções culturais da humanidade, de forma situada, crítica e transformadora das potencialidades da vida, para melhor, pelo conhecimento, pela autonomia de pensamento e pela melhoria das condições da vida no planeta como um todo.

Segundo os licenciandos, estudar assuntos pouco divulgados e de relevância social favorece a sua formação como profissionais que se distinguem dos outros, pois *o assunto jamais tinha sido tratado durante a faculdade. Um deles destacou: Acredito que até por ser um tema sem divulgação (infelizmente) é um diferencial dominar um pouco deste assunto para passar adiante para meus futuros alunos, e até para eles, visto que é um assunto novo que não há nos livros didáticos.*

Isso reforça a importância de que, na graduação, os futuros professores possam entrar em contato com assuntos diferenciados e experimentar novas metodologias. É imprescindível incluir na formação de futuros professores assuntos alternativos e divergentes que possam provocar discussões, incentivando autonomia e criticidade.

O tema desreguladores hormonais é pouco conhecido no Brasil, mas nos países da União Européia há uma legislação consistente sobre o assunto, e até mesmo países da América Latina, como o Uruguai e Argentina, trabalham com este tema (Amorin, 2001). Então, é válido inserir este tipo de discussão na sociedade, envolvendo educadores de diversos níveis de ensino, começando na graduação e chegando à escola, a fim de que todos possam julgar por si mesmos a necessidade de mudar os hábitos ou não. Para que se possa escolher o que é melhor para cada um, é preciso primeiro conhecer, entender e depois decidir conscientemente.

Muitas publicações em revistas internacionais conceituadas - por exemplo, *Nature*, *Environmental Health Perspectives*, *The Lancet* e outras – trazem artigos alertando sobre os perigos de substâncias desreguladoras hormonais, e também revistas nacionais, como os *Cadernos de Saúde Pública* (RJ), que dedicaram um volume⁵ inteiro ao tema. Mas há controvérsias. Outras publicações (vinculadas, por exemplo, à *Plastivida*⁶) contestam alertas quanto aos riscos de desreguladores hormonais contidos em plásticos, referindo-se, principalmente, ao uso de plásticos para alimentos, como embalagens para microondas, copinhos plásticos descartáveis, etc. É possível que os plásticos não façam mal à saúde, e sim os aditivos colocados nos plásticos para dar a eles as características desejadas. Mas é interessante discutir quem financia as pesquisas. Pesquisas favoráveis ao uso de embalagens plásticas para alimentos geralmente são financiadas por empresas que produzem plásticos ou são associadas a elas de alguma forma, e as que publicam pesquisas contrárias geralmente são organizações públicas ou relacionadas a elas, como os *Cadernos de Saúde Pública*, publicados pela Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (Fundação Oswaldo Cruz).

Há muitas divergências sobre desreguladores hormonais, no Brasil. É preciso colocar o tema em pauta para discussão e, principalmente, incentivar a realização de mais pesquisas. Mas interesses econômicos e políticos tendem a falar mais alto, principalmente no quesito uso de plásticos, pois, enquanto outros países tentam diminuir o seu uso, no Brasil ele é estimulado, existindo poucas iniciativas para reduzir sua expansão. Isto só ocorre quando o motivo é o acúmulo de resíduos sólidos (grande quantidade, decomposição lenta) - realmente importante -, mas falta destacar que o plástico livre no ambiente pode contaminar o solo e as águas e afetar o sistema endócrino e a reprodução de peixes, répteis, aves e mamíferos, incluindo humanos, podendo ser admitido como um problema de saúde pública. *Este assunto é bastante polêmico e debatido, mas não está sendo levado a sério, só quando ocorre um desastre.*

Os licenciandos foram receptivos e se mostraram satisfeitos em poder discutir um assunto tão controverso: *Aprendi bastante sobre o tema e pretendo dar importância a ele quando lecionar.* Analisar diferentes opiniões sobre o mesmo tema permite desenvolver uma posição crítica e fundamentada, pois *tudo o que aprendemos vale para a nossa vida profissional.* Assim, tendo essa vivência no seu processo de formação, os licenciandos consideraram estar mais preparados para trabalhar outros assuntos com seus alunos, promovendo autonomia e criticidade, reconhecendo-se como *mais um novo multiplicador de informações necessárias para melhoria e qualidade de vida dos alunos.*

Depois de todo o trabalho realizado é gratificante saber que a maioria obteve, conforme os depoimentos, um aprendizado que poderá ser usado diretamente no cotidiano e no momento de preparação das próprias aulas: *Foi extremamente significativo, pois além de adquirir conhecimento, também poderei informar meus alunos de uma forma criativa e correta a respeito deste assunto.* E ainda: *Nas aulas [...] pude pesquisar e me aprofundar mais no assunto, além de discutir com os colegas e assistir a outras apresentações, enriquecendo mais meu conhecimento.* Mas o mais interessante sobre a abordagem desse tema é que, ao investigá-lo, acaba-se por estudar também a fisiologia humana, principalmente o sistema endócrino (Dellazari & Borges, 2007).

A pesquisa realizada privilegiou diferentes formas de pensamento e opiniões sobre o tema e, assim, os licenciando puderam se posicionar a respeito do assunto trabalhado e da metodologia aprendida. Houve manifestações favoráveis ao trabalho, assim como manifestações contrárias. Por exemplo: *Apesar de não ter gostado muito do método como foi realizado, aprendi bastante sobre o tema e pretendo dar importância a ele quando lecionar.*

Alguns licenciandos reconheceram a relevância do tema, mas com a ressalva de que deveria ficar restrito às disciplinas específicas do curso, em vez de ser trabalhado em uma disciplina

⁵ Cadernos de Saúde Pública, vol.18, nº 2. Rio de Janeiro Mar./Apr. 2002.

⁶ Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos: <http://www.plastivida.org.br/>

da educação em Ciências Biológicas: *Acredito que este tema deveria ser abordado em outra disciplina, relacionada à fisiologia, não na disciplina [...] de ensino.* Isto se repete em outro depoimento: *Acho que o tema deveria ser visto numa disciplina ligada justamente à fisiologia ou química, pois junto com fisiologistas ou químicos poderíamos entender mais sobre o assunto.* Em ambos, parece haver uma desconsideração do conteúdo em disciplinas educacionais, como se somente as disciplinas específicas fossem importantes para a obtenção de novos conhecimentos. Estudar um assunto como este fora das disciplinas específicas parecia-lhes estranho, inapropriado. Mas a maioria dos participantes mostrou interesse em aprender como tornar esses conteúdos atrativos e relevantes para crianças e adolescentes, considerando que as disciplinas voltadas à educação em Ciências podem auxiliar neste sentido.

Outra fala incomum refere-se à pesquisa em sala de aula: *Concordo que a pesquisa é de grande valia, mas ela deveria ser realizada paralelamente às aulas e não no horário de aula da disciplina.* Um depoimento com opinião singular, visto que a tendência atual na educação, principalmente em Ciências, é destacar a pesquisa em sala de aula e fora dela, com o aluno no centro da aprendizagem como sujeito e não mais como objeto do conhecimento (Demo, ...). Neste panorama, o professor tem como papel orientar os alunos na busca de informações, auxiliando-os no processo de transformação do conhecimento.

Apesar das opiniões discordantes, de forma geral, a pesquisa se desenvolveu bem. *Puderam ser percebidos os riscos que a população humana sofre com a utilização de produtos que fazem parte da rotina.* Os licenciandos conseguiram estabelecer relações entre os conteúdos relacionados ao tema proposto. *As informações apresentadas foram enriquecedoras. Com discussões abordando plenamente vários aspectos do tema.* Houve discussões sobre questões políticas, econômicas, sociais e culturais. *Foi muito significativo. [...] todas as informações trazidas pelos colegas e pelas pesquisas foram bem construtivas.* Eles admitiram influências na forma como se pensa e percebe o mundo. Isto foi quase consensual. *Foi significativo e pretendo incluir esses assuntos quando der aula.* A maioria considerou que *Este trabalho foi uma ótima experiência.* Em síntese, uma aluna escreveu: *Para ensinar é preciso primeiro aprender!*

Considerações finais

Este artigo focalizou uma Unidade de Aprendizagem como metodologia de ensino adequada para trabalhar conhecimentos atualizados sobre dois temas – fisiologia humana e desreguladores hormonais – conforme uma abordagem CTS. No contexto das atividades desenvolvidas, após a identificação dos conhecimentos iniciais dos licenciandos e acompanhamento dos trabalhos realizados por eles, foram destacadas contribuições desse estudo para sua formação inicial como professores de Ciências, a partir de uma Análise Textual Discursiva da produção escrita e de depoimentos.

Os alunos participantes, de modo geral, consideraram válido ver temas diversificados e experimentar novas metodologias na graduação, argumentando que este tipo de abordagem pode ser um diferencial na sua formação como professores de Ciências. Mas alguns julgaram que o estudo deveria ser realizado exclusivamente em disciplinas específicas e não em disciplinas de educação em Ciências. Isto reforça a necessidade de distinguir a área da Educação e a área na qual se situa esta pesquisa, ou seja, Ensino de Ciências, na qual o conteúdo específico não é dissociado do processo educacional. A maioria dos participantes compreendeu e foi receptiva ao discutir um tema polêmico, enfatizando a necessidade de conhecer um assunto para então se posicionar a respeito de modo fundamentado. Reconheceram que houve aprendizagem, em termos de conhecimentos e práticas, a ser utilizada no seu cotidiano e na preparação das próprias aulas.

Embora tenha havido manifestação de opiniões discordantes, a análise foi satisfatória. Os resultados são coerentes com objetivos, problema e questões da pesquisa realizada no contexto de uma dissertação de mestrado (Dellazari, 2009).

Tendo em vista perspectivas de continuidade, pode-se aprofundar a abordagem CTS e fundamentar epistemologicamente o estudo integrado de fisiologia humana, educação ambiental e desreguladores hormonais presentes em produtos químicos industrializados.

O enfoque da abordagem CTS permite um estudo mais amplo sobre os problemas ambientais, sociais e tecnológicos da atualidade, pois cada época possui convicções que virão a ser confirmadas ou não. Então, no ensino de Ciências, como em outras áreas, é importante estudar a História da Ciência. Compreender como ocorrem as mudanças, a partir de um debate epistemológico, pode ajudar os alunos, e principalmente os professores, a contextualizar os conteúdos em sala de aula e fora dela, a trabalhar mais interdisciplinarmente e a fazer conexões entre o conteúdo disciplinar e a realidade, ajudando a solucionar problemas éticos da vivência em sociedade.

Referências

Alves, C.; Flores, L.C.; Cerqueira, T.S. & Toralles, M.B.P. (2007) Exposição ambiental a interferentes endócrinos com atividade estrogênica e sua associação com distúrbios puberais em crianças. *Cadernos de Saúde Pública*, v.23 n.5, Rio de Janeiro

Amorim, C. (2001). *Embalagens plásticas: consumidores descartáveis*. Porto Alegre: Arma-zen.

Auler, D. & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13.

Bazzo, W. A.; Linsingen, I. V. & Pereira, L. T. V. (Ed.) (2003). *Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madri: OEI.

Bird, M. D; Karavits, J. & Kovacs, E. J. (2008). Sex differences and estrogen modulation of the cellular immune response after injury. *Cellular Immunology*, 252, 57-67.

Borges, R.M.R. & Hillebrand, V. (2007). *Plásticos, detergentes e desequilíbrio hormonal – um grito de alerta*. Porto Alegre: EDIPUCRS.

Butts, C. L. & Sternberg, E. M. (2008). Neuroendocrine factors alter host defense by modulating immune function. *Cellular Immunology*, 252, 7-15.

Brasil (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica.

Colborn, T.; Dumanoski, D. & Myers, J. (2002). *O Futuro roubado*. Porto Alegre: L&PM.

Dellazari, L. (2009) *Sistema endócrino e desreguladores hormonais dispersos no ambiente: avaliação de uma proposta educacional*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Dellazari, L. & Borges, R.M.R. (2007). Disruptores endócrinos dispersos no ambiente e sua relação como o sistema hormonal. In: Borges, R.M.R & V. Hillebrand (Ed.). *Plásticos, detergentes e desequilíbrio hormonal – um grito de alerta* (pp. 35-39). Porto Alegre: EDIPUCRS.

EPA (U. S. Environmental Protection Agency. National Center of Environmental Protection (2009). *Endocrine Disruptors Research*. Last update at febr. 2009. Acesso em 8 de abril de 2009. Disponível em <http://www.epa.gov/endocrine/>

Galiazzi, M. C.; Garcia, F. A.; Lindemann, R. H. & Grupo Mirar. (2002). Construindo Caleidoscópios: organizando unidades de aprendizagem. *Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental*. Disponível em < <http://www.remea.furg.br/mea/remea/vol9/aut5art9.pdf>>. Acesso em 20 de agosto de 2008.

Keith, L. H. (1997). *Environmental Endocrine Disruptors: A handbook of property data*. New York: John Wiley & Sons.

Koifman, S. & Paumgarten, J.R. (2002). O impacto dos desreguladores endócrinos ambientais sobre a saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 18(2): 354-355, mar-abr.

Lima, V. M. R. & Grillo, M. C. (2008). Como organizar os conteúdos científicos de modo a constituir um currículo para o século 21? In: M. C. Galiazzi, M. Auth, R. Moraes & R. Mancuso (Ed.). *Aprender em rede na educação em ciências* (pp. 113-124). Ijuí: Unijuí.

Lüdke, M. & André, M. E.D.A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

Marques, A. H.; Cizza, G. & Sternberg, E. (2007). Interações imunocerebrais e implicações nos transtornos psiquiátricos. *Revista Brasileira de Psiquiatria*. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbp/v29s1/a06v20s1.pdf>. Último acesso em quatro de novembro de 2008.

Medina, K.; Strasser, A. & Kincade, P. W. (2000). Estrogen influences the differentiation, proliferation, and survival of early B-lineage precursors. *Blood*. Acesso em 4 nov., 2008, <http://bloodjournal.hematologylibrary.org/cgi/reprint/95/6/2059>.

Meyer, A.; Sarcinelli, P. N. & Moreira, J. C. (1999). Estarão alguns grupos populacionais brasileiros sujeitos à ação de disruptores endócrinos? *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 15(4):845-850, out-dez.

Moraes, R. (2003). Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, 9 (2), 191-211.

_____ & Galiazzi, M. C. (2007). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Unijuí.

_____ & Gomes, V. (2007). Uma Unidade de Aprendizagem Sobre Unidades de Aprendizagem. In: M. C. Galiazzi, M. Auth, R. Moraes & R. Mancuso (Ed.). *Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula* (pp. 243-295). Ijuí: Unijuí.

Multigner, L. & Oliva, A. (2002). Variações seculares na qualidade dos espermatozoides: fato ou ficção científica. *Cadernos de Saúde Pública*. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v18n2/8268.pdf>. Último acesso em quatro de novembro de 2008.

Rocha Filho, J.B.; Basso, N. R. S. & Borges, R.M.R. (2006). Repensando uma Proposta Interdisciplinar Sobre Ciência e Realidade. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART7_Vol5_N2.pdf. Último acesso em vinte de agosto de 2008,

Santamarta, J. (2001). A Ameaça dos Disruptores Endócrinos. *Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável*. 2 (3), 18-29.

Soffiati, A. (2005). *Fundamentos Filosóficos e Históricos para o Exercício da Ecocidadania e da Ecoeducação*. In: C. F. B. Loureiro; P. P. Layrargues; R. S. Castro (Ed.). *Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania* (pp. 23-67). São Paulo: Cortez.

Zanon, L. B.; Binsfeld, S. C.; Sangiogo, F. A.; Polaczinski, A. P. & Nascimento, E. B. (2008) Recontextualização pedagógica de conceitos/conteúdos de ciências em uma prática interdisciplinar e contextualizada no ensino médio. In: M. C. Galiuzzi, M. Auth, R. Moraes & R. Mancuso (Ed.). *Aprender em rede na educação em ciências* (pp. 35-55). Ijuí: Unijuí.

Recebido em: 20.05.2010

Aceito em 20.08.2010