

Medicamentos Veterinários: contextualizando o ensino de Química Orgânica

João Rufino de Freitas Filho
Ávylla Nascimento
Anna Carolina da Silva
Felipe Ragner Lima Lino

RESUMO

O presente artigo trata de uma experiência didática desenvolvida junto a estudantes do primeiro período do curso de Medicina Veterinária, em que se relacionou a Química Orgânica com medicamentos veterinários. A abordagem deste trabalho envolveu os estudantes na pesquisa das fórmulas estruturais de medicamentos veterinários. A metodologia provocou nos estudantes um maior interesse pela Química em seu cotidiano. Como resultado desta investigação, várias funções orgânicas entre os compostos presentes nos medicamentos estudados foram focados e explorado, tais como, álcoois, carbonílicos, derivados halogenados, compostos fenólicos, entre outros

Palavras - chave: Química Orgânica. Contextualização. Ensino de Química. Conceitos químicos.

Veterinary Medicines: contextualizing the teaching of Organic Chemistry

ABSTRACT

This article deals with a teaching experience with students developed the first period of the course of Veterinary Medicine, in which organic chemistry and veterinary medicines were related. The approach in this work involved the students in researching the structural formulas of veterinary medicines. A greater interest arose in the students for chemistry in their daily lives as a result of the methodology used. As a result of this investigation, several organic functions amongst the

João Rufino de Freitas Filho é doutor em Química pela Universidade Federal de Pernambuco UFPE, atualmente é professor adjunto III do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Endereço para correspondência: Av. Mario Álvares Pereira de Lira, 905, Iputinga, Recife, Pernambuco, 50670130. Telefones: (81) 3453-0258 ou (81) 8818-8372. *E-mails:* joaoveronice@yahoo.com.br

Ávylla Nascimento é estudante do curso de Medicina Veterinária da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Endereço para correspondência: Avenida Bom Pastor, s/n, Boa Vista - CEP: 55292-270 - Garanhuns/PE. *E-mail:* avyllanascimento@hotmail.com

Anna Carolina da Silva é estudante do curso de Medicina Veterinária da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Endereço para correspondência: Avenida Bom Pastor, s/n, Boa Vista - CEP: 55292-270 - Garanhuns/PE. *E-mail:* annacarolina@hotmail.com

Felipe Ragner Lima Lino é estudante do curso de Medicina Veterinária da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Endereço para correspondência: Avenida Bom Pastor, s/n, Boa Vista - CEP: 55292-270 - Garanhuns/PE *E-mail:* felipe_ragner@yahoo.com.br

Acta Scientiae	Canoas	v. 13	n.2	p.129-144	jul./dez. 2011
----------------	--------	-------	-----	-----------	----------------

compounds present in the studied medicines were focused and explored like alcohols, carbonyl, halogenated derivatives, phenolic compounds, among others.

Keywords: Organic chemistry. Contextualization. Chemistry teaching. Chemical concepts.

INTRODUÇÃO

Segundo Neves et al. (2009), uma das características comuns nas aulas de Química é a memorização de conceitos, fórmulas e leis. Com isso, as aulas tornam-se monótonas, o que impede a participação ativa dos estudantes. Muitas vezes, os conteúdos ensinados em sala de aula não os fazem refletir sobre os fenômenos vivenciados no dia-a-dia, nem proporcionam o desenvolvimento do senso crítico de investigação pelo conhecimento.

Boff et al. (2010), descrevem a elaboração de uma proposta de ensino, baseada em situação de estudo, na qual possibilita a problematização dos saberes cotidianos dos estudantes. Neste trabalho os autores focalizaram os sentidos atribuídos por estudantes de nível médio, sobre os resíduos sólidos produzidos pelas atividades humanas e, como suas ideias são ressignificadas para produzir novas compreensões sobre conteúdos escolares.

Assim, a abordagem de questões cotidianas ajuda a formar cidadãos qualificados, mais críticos e mais preparados para a vida, para o trabalho e para o lazer (CHASSOT, 1993). Nesse âmbito, Santos e Schnetzler (2000) constataram a importância dos temas químicos sociais, que visam efetivar a contextualização dos conteúdos programáticos. A partir da compreensão de conceitos científicos relacionados à determinada proposta de ensino, torna-se possível desenvolver competências e as habilidades básicas relativas à formação da cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisões, por trazerem para a sala de aula as discussões de aspectos sociais relevantes, exigindo posicionamento crítico por parte dos estudantes. Dentre os diversos temas contextualizadores no ensino de química destacam-se os medicamentos, neste caso, os produtos destinados aos animais, considerando que o estudo foi desenvolvido em uma turma de Medicina Veterinária. Pretendeu-se com isso, a utilização de conteúdos significativos para os estudantes, por meio da discussão de fundamental importância para os estudantes do referido curso no que diz respeito às práticas indiscriminadas na comercialização de medicamentos veterinários.

ABORDAGENS SOBRE O CONTEXTO DA PESQUISA

O medicamento veterinário é definido como toda a substância ou associação de substâncias apresentada como possuindo propriedades curativas ou preventivas relativas a doenças em animais; ou com toda a substância ou associação de substâncias que possa ser utilizada ou administrada no animal com vista a restaurar, corrigir ou modificar funções fisiológicas, exercendo ação farmacológica, imunológica, metabólica ou a estabelecer um diagnóstico médico (BARBOSA, 2010).

A terapêutica veterinária progrediu de maneira espetacular, especialmente nos últimos 20 anos, principalmente pelo desenvolvimento racional (é racional mesmo?) e específico de medicamentos para as diferentes espécies animais a partir de moléculas empregadas na medicina humana (GORNIAK, 2005). O desenvolvimento de medicamentos para uso veterinário deve-se principalmente ao conhecimento da farmacocinética de cada uma das diferentes espécies animais.

Um outro grande fator que contribuiu sobremaneira para o sucesso no tratamento das diferentes afecções que o clínico se depara é o desenvolvimento dos novos sistemas de administrações, ou seja, das inovações galênicas, que possibilitaram melhorar o acesso do medicamento no seu local de ação, controlar a chegada do(s) princípio(s) ativo(s) no sangue para otimizar as relações entre concentração e efeito (isto é, a biodisponibilidade), facilitar a administração do medicamento e reduzir o número de intervenções, favorecendo a execução do tratamento completo (GORNIAK, 2005).

Atualmente, não se sabe se o nível de informação da população sobre os cuidados com a saúde de seus animais tem crescido na mesma proporção que as vendas de medicamento. Existe escassez na literatura nacional que aborde a comercialização e o uso indiscriminado de medicamentos para animais. A tabela 1 sumariza as principais classes de medicamentos veterinários, os princípios ativos de cada droga, bem como suas ações e seus espectros.

Tabela 1. Classe de medicamentos veterinários mais comuns no mercado brasileiro.

Classes	Princípios ativos	Ação	Espectro
Imidazotiazóis	Levamisol Tetramisol	Agonista Colinérgico	Nematóides Intestinais.
Pirimidinas	Pirantel	Inibe a colinesterase	Tênias e V. Intestinais.
Salicitanidas	Closantel	Inibe as reações mitocondriais	Nematóides
Organo fosforados	Triclorfon	Inibe a colinesterase	V. Intestinais.
Benzamidazóis	Albendazola Mebendazol Fembendazol	Inibe os microtúbulos	V. Intestinais. Pulmonares e Tenias
Lactonas	Ivermectina Abamectina Doramectina Moxidectina	Ativa a inibição do GABA	V. Intestinais, Pulmonares Ectoparasitas

^a anti-helmínticos alvo do trabalho

OBS: O disofenol anti-helmínticos objeto de estudo, mas não se encaixa em nenhuma classe constante na tabela.

Segundo Brito et al (2002) as avermectinas possuem ampla margem de segurança e de distribuição, no entanto, o uso indiscriminado desses medicamentos em bezerros jovens vem determinando alguns casos não experimentais de intoxicações com alterações neurológicas e até a morte.

Os anti-helmínticos são medicamentos indicados para o controle endoparasitoses nos animais, no entanto segundo Vieira e Rocha (1999) o uso inadequado de determinado anti-helmíntico, seleciona indivíduos que possuem a capacidade natural de resistirem

a esses quimioterápicos. Existem três grupos de anti-helmínticos de amplo espectro, a saber: benzimidazóis, imidazóis e avermectinas (MCKENNA et al. 1990; WATSON; HOSKING, 1990).

Assim sendo, os medicamentos em geral somente devem ser administrados quando necessários, e não indiscriminadamente.

Nada mais justo e necessário que a Medicina Veterinária se preocupe com o uso correto de medicamentos destinados ao tratamento de enfermidades dos animais domésticos, aqui se entendendo também, os que irão se prestar para a alimentação humana. O uso indevido de medicamentos veterinários sempre foi uma preocupação no meio profissional, uma vez que se têm notícias do uso inadequado de alguns produtos sedantes pelo ser humano, com a finalidade de promover estados de alteração psicológica e comportamental (VIDAL, 2009).

Os fatores que levaram a realização da pesquisa, na forma de projeto de intervenção foram: a) uma característica comum nas aulas de Química na graduação é a memorização de conceitos, fórmulas e leis. Com isso, as aulas tornam-se monótonas, o que impede a participação ativa dos estudantes. Muitas vezes, os conteúdos ensinados em sala de aula não os fazem refletir sobre os fenômenos vivenciados no dia-a-dia, nem conseguem desenvolver senso crítico; b) existir escassez na literatura nacional que aborde a temática comercialização e uso indiscriminado de medicamentos para animais.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar os rótulos (bulas) dos medicamentos mais consumidos por animais domésticos na disciplina Química Biológica.

METODOLOGIA

Esboçando o contexto da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no município de Garanhuns/PE, na disciplina Química Biológica, e o período de vivência teve duração de 90 dias (março/2008 a julho/2008). Esta disciplina é ministrada no início do curso e aborda os conceitos da química orgânica sob um enfoque histórico e estrutural. Sua carga horária é de 60 horas/semestre. A pesquisa foi realizada com uma turma originalmente de 45 estudantes, sendo 35 recém-ingressos e 10 reprovados de turmas anteriores. A turma era bastante heterogênea e constituída de estudantes oriundos de escolas públicas e privadas, que residem em Garanhuns e em cidades circunvizinhas. Alguns, além de estudar, também trabalhavam fora da Universidade.

A abordagem metodológica da pesquisa foi qualitativa, uma vez que os dados foram coletados em um grupo de estudantes do nível superior antes (pré-teste) e depois (pós-teste) de intervenções didáticas onde a qualidade do conteúdo das respostas foi o que configurou o aspecto mais importante desta análise.

Pesquisando no contexto escolar: as ações em sala de aula

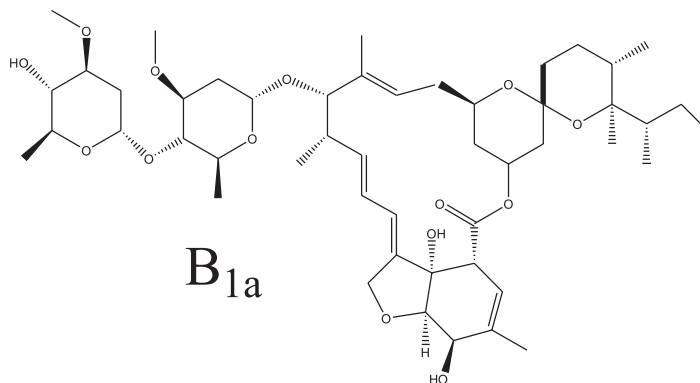
Este momento consistiu em estudar os rótulos (bulas) dos medicamentos mais consumidos por animais domésticos em sala de aula. A primeira etapa da atividade consistiu em aplicar um pré-teste respondido de forma individual para verificar o nível de conhecimento dos estudantes sobre os conteúdos a serem estudados no contexto da pesquisa (medicamentos veterinários) através de um protocolo de perguntas descrito a seguir:

1- Sabendo que o vermífugo ivermectina foi bastante citado em entrevista realizada com médicos veterinários e comerciantes, você sabe a finalidade do uso desse medicamento?

() SIM () NÃO

2- Você tem conhecimento das funções orgânicas presentes na ivermectina? Se sim, quais?

() SIM () NÃO



Com relação ao composto ivermectina, responda ainda as seguintes questões:

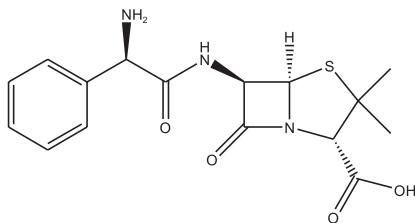
a) Identifique as funções orgânicas presente na molécula.

b) A cadeia da ivermectina é alifática ou cíclica?

3- Um outro medicamento citado, nas entrevistas, foi o antibiótico binotal. Você sabe para serve o binotal ? Se sim, justifique.

() SIM () NÃO

4- Com relação a molécula da ampicilina, responda as perguntas abaixo:

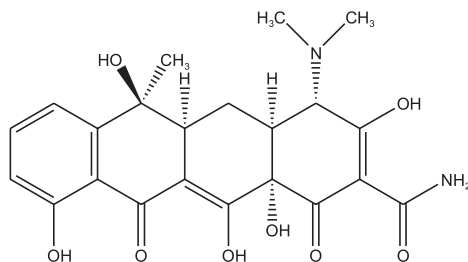


Ampicilina

- Qual a quantidade de pares de elétrons não ligantes no oxigênio, nitrogênio e no enxofre?
- Indique o número de ligação pi na molécula.
- O composto tem estereocentro (carbono quiral)? Caso exista localize-o(s) na molécula e em seguida determine o número de isômero óptico ativo.

5- Em relação à tetraciclina, você conhece algum grupo funcional em sua molécula? Se sim, quais? Localize-os na molécula.

() SIM () NÃO



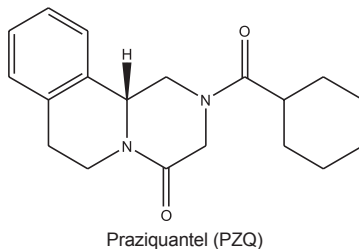
Oxitetraciclina

6- Você tem algum conhecimento em relação à nomenclatura dos compostos químicos, por exemplo a tetraciclina: NOME: 6-[(aminofenilacetil) amino]-3,3-dimetil-7-oxo-[2S-[2α,5α,6β(5*)]]-4-tio-1-azabicyclo[3.2.0]heptano-2-ácido carboxílico.

() SIM () NÃO

O que significa o descritor S?

- 7- Em relação à estrutura do vermífugo praziquantel (princípio ativo), localize os grupos funcionais? O composto tem estereocentro (carbono quiral)? Localize-o(s) e determine o número de isômero óptico ativo.



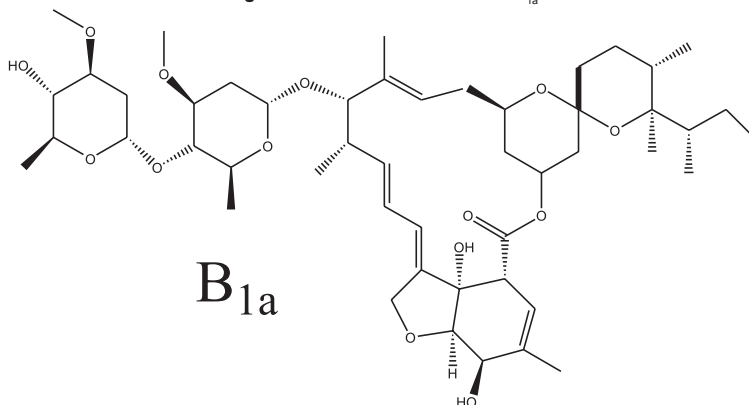
- 8- Com relação ao composto citado (praziquantel), você sabe o número de ligação pi existente? Se sim, quantas?
() SIM () NÃO
- 9- Com relação ao praziquantel, qual a conformação mais provável do anel ciclo-hexânico(anel vizinho a carbonila).
a) Cadeira b) barco c) meia cadeira

Justifique sua resposta.

- 10- Qual o tipo de ligação e ângulo de ligação que existe neste anel (ciclo-hexânico) do praziquantel?
a) Covalente e 120° b) Iônica e 120° c) Covalente e 109°

Em seguida, uma aula expositiva foi ministrada pelo professor da disciplina. Nessa aula, o professor apresentou a estrutura de um dos fármacos citados (ivermectina), com auxílio de um retroprojeter (Figura 1). O objetivo da aula foi relacionar os compostos orgânicos com os principais constituintes presentes nos medicamentos e o seu papel no organismo animal. A aula teve duração de 100 min.

Figura 1: Estrutura da Ivermectina B_{1a}



A aula seguinte consistiu em montar pequenos experimentos com os medicamentos. Foram realizados três experimentos: teste de solubilidade, determinação de acidez e basicidade e determinação de pH.

A seguir são descritos os materiais e substâncias utilizadas nos experimentos I, II e III, bem como o procedimento experimental.

a) Materiais

Chapa de aquecimento, erlenmeyer, bastão de vidro, pHmetro da marca Marconi, suporte universal, garras, pipeta, bêquer, tubo de ensaio e estante para tubo e balança.

b) Substâncias

Solventes (água, etanol, acetona, éter de petróleo).

Medicamentos (amoxicilina, paracetamol e bofo).

Fenaltaleína, papel de tornassol azul e papel de tornassol vermelho.

Procedimento Experimental

Experimento I: Teste de solubilidade

Em três tubos de ensaios identificados como A (amoxicilina), B (paracetamol) e C (bofo), adicionar 5mL de água destilada.

No tubo A, acrescentar 0,5g de amoxicilina e agitar utilizando um bastão a temperatura ambiente. Repetir o procedimento utilizando aquecimento.

Repetir o procedimento no tubo B com paracetamol (0,5g) e no tubo C com bofo (0,5 g).

Repetir o procedimento, substituindo a água destilada, pelo etanol e em seguida pelo éter de petróleo.

Experimento II: Determinação de Acidez e basicidade

Em uma estante, colocar 3 tubos de ensaio e identificar cada um deles.

Adicionar em cada um dos tubos 2 mL de: solução de amoxicilina; - solução de paracetamol; - solução de bofo; - água destilada.

Em seguida, adicionar 2 a 3 gotas de fenolftaleína em cada tubo de ensaio, agitar e anotar as cores.

Repetir os procedimentos acima com azul de bromotimol, papel de tornassol azul e papel de tornassol vermelho.

Experimento III: Determinação de pH

Para a determinação desse parâmetro utilizou-se um béquer com água destilada para calibrar o equipamento colocando os eletrodos de temperatura e pH dentro desse recipiente, calibrando o equipamento até o pH chegar a 7 (neutro). Em seguida o béquer com água destilada foi substituído por béquer de número 1 contendo a amoxicilina e o pH foi medida, em seguida lavou-se o eletrodo e determinou o pH da amostra do béquer 2 (paracetamol). Repetiu-se o procedimento e determinou-se o pH do fármaco bofo presente no béquer 3. O aparelho utilizando para essa análise o pHmetro da marca Marconi, com eletrodos de temperatura e pH.

A metodologia dos experimentos foi construída pelos grupos, sob a orientação do professor e monitores. A aula teve duração de 100 min. O objetivo dos experimentos foi trabalhar algumas propriedades físicas e químicas dos constituintes dos medicamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Trabalho desenvolvido no contexto da sala de aula

Os resultados mostram que o desempenho dos estudantes no pré-teste foi baixo, ou seja, todos responderam 80% das questões propostas de maneira erradas, ou usaram concepções alternativas. Por exemplo, os estudantes responderam que a avermectina era utilizada no combate de sarna, de piolho e vermes, mais não sabiam o princípio ativo e confundiam grupo éter com éster. Com relação ao paracetamol alguns estudantes achavam que o grupo OH presente, fazia com que este composto fosse um álcool e não fenol. Considerando que todos os estudantes da amostra já tinham estudado a química orgânica no ensino médio, esta porcentagem de erros chama a atenção.

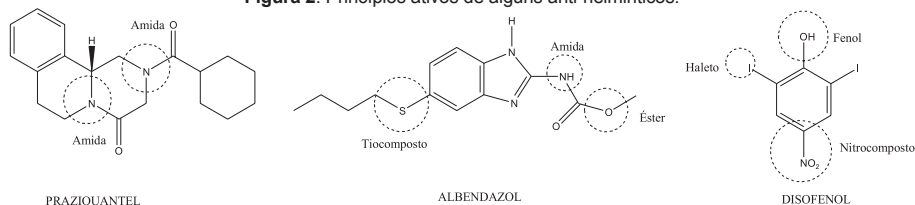
A análise dos itens do teste também parece evidenciar a constatação acima. Por exemplo, nas questões 5, 6 e 7, onde o estudante é questionado sobre estereoquímica, 70% concebem erroneamente este conceito. Os estudantes que erraram o item 7 explicaram a nomenclatura sem se preocupar com a estereoquímica da molécula. Acredita-se que isso se deve ao fato do estudante não ter estudado o conteúdo no ensino médio. Já no item de número 8, 50% dos estudantes acertaram o número de ligação pi no praziquantel. Por outro lado, 30% dos estudantes responderam as questões 9 e 10 corretamente.

Estes tipos de erros ocorrem por que o ensino de química, historicamente, vem se resumindo a aspectos macroscópicos, cálculos matemáticos, memorização de fórmulas e nomenclatura de compostos, desvalorizando os aspectos conceituais e microscópicos envolvidos nos fenômenos. Dessa forma, a química abordada no diferentes níveis de ensino, em geral, é distante da realidade dos estudantes, tornando-se pouco significativa. Aliados às adversidades do trabalho docente, tais fatores comumente resultam em uma ínfima aproximação da química escolar com a vida dos estudantes, em um processo informativo mais do que formativo, configurando-se como um dos grandes agravantes para a rejeição à Ciência e dificultando o processo de ensino-aprendizagem (CHASSOT, 2007).

Dando continuidade à aula, que teve duração de 50 min, o professor apresentou a estrutura da ivermectina e após ampla discussão, abordou os seguintes itens: conceitos de grupos funcionais, representação de moléculas orgânicas e isomeria. Essa análise possibilitou a identificação e correlação com as funções orgânicas estudadas.

Na aula seguinte (duração de 100 min), de posse dos rótulos (bulas) começou a elucidar as estruturas dos principais constituintes presentes, identificando os grupos funcionais, as suas nomenclaturas usual e oficial, a estereoquímica e os princípios ativos dos medicamentos. Como os anti-helmínticos são os medicamentos mais usados iniciamos o estudo dos mesmos. Dentre os anti-helmínticos mais usados destacaram-se os seguintes: Cestox, Dipilex, Droncit e Disonol. O Cestox, Dipilex, Droncit tem como princípio ativo o praziquantel e o disonol tem como princípio ativo o disofenol. A figura 2 mostra as estruturas do praziquantel, do albendazol e do disofenol.

Figura 2: Princípios ativos de alguns anti-helmínticos.



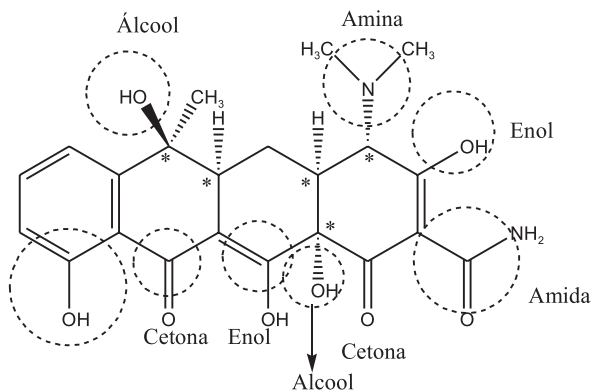
O praziquantel é um antiparasitário de amplo espectro, contra numerosas espécies de cestódeos e trematódeos, para tratar a esquistossomose (*schistosoma mansoni*, *japonicum*), e a cisticercose, *taenia solium*, *hymenolepis nanis*; fasciolíase. A nomenclatura oficial

do praziquantel é (\pm)-2-cicloexilcarbonil-1,2,3,6,7,11b-hexa-hidro-4H-pirazino [2, 1-a] isoquinolin-4-ona. Com relação aos compostos albendazol e disofenol seus nomes são respectivamente, carbamato de metil N-(5-propilsulfanil-3H-benzimidazol-2-il) e 2,6-diiodo-4-nitrofenol. Os compostos praziquantel e albendazol têm em comuns grupos carbonílicos (função amida) na estrutura e o disofenol tem grupo nitro, ambos funções nitrogenadas (NOVAES et al., 1999).

Além da nomenclatura e identificação de grupos funcionais, trabalhou-se nessa aula teoria estrutural ligação química, hibridização, cargas formais, ressonância, acidez e basicidade dos compostos orgânicos e grupos funcionais.

Outros compostos analisados foram da classe da tetraciclina. A tetraciclina é um sistema de quatro anéis lineares (1,4,4a,5,5a,6,11,12a octahidronaftaceno) com a arranjo característico de duplas ligações. A molécula de tetraciclina possui cinco centros assimétricos: C-4, -4a, -5a, -6, e -12a. A figura 3 apresenta a molécula da oxitetraciclina.

Figura 3: Grupos funcionais presentes na oxitetraciclina.

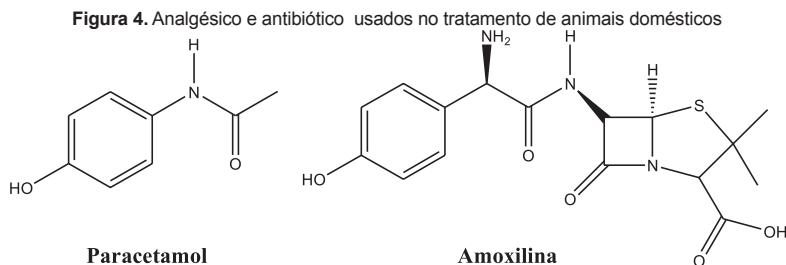


A análise da relação entre a estrutura molecular da oxitetraciclina e a atividade biológica *in vivo* destes compostos leva a concluir que este grupo de antibióticos é dependente, tanto da manutenção de toda a sua estrutura como da característica estereoquímica. A oxitetraciclina possui vários grupos funcionais, tais como: hidroxila (função álcool, enol e fenol), carbonila (amida e cetona), amino (amina).

Além da nomenclatura e identificação de grupos funcionais, trabalhou-se nessa aula os conteúdos: teoria estrutural, ligação química, hibridização, grupos funcionais, polaridade e solubilidade dos compostos orgânicos e estereoquímica.

Dando continuidade, analisou-se também os compostos paracetamol e amoxicilina, figura 4. O paracetamol, cujo nome segundo a IUPAC é *N*-(4-hidrofenil)-etanamida, trata-se de uma amida *N*-substituída. Já a amoxicilina é conhecida internacionalmente pelo nome sistemático: ácido (2*S*,5*R*,6*R*)-6-[(2*R*)-2-amino-2-(4-hidroxifenil)-acetil]-amino-3,3-dimetil-

7-oxo-4-tia-1-azabicyclo [3.2.0] heptano-2-carboxílico. Nestes compostos, identificou-se os seguintes grupos funcionais: fenol amina, amida, ácido carboxílico e tiocomposto.



Além da nomenclatura e identificação de grupos funcionais, trabalhou-se nessa aula teoria estrutural ligação química, hibridização, ressonância, estereoquímica e grupos funcionais.

Dando continuidade, em sala de aula, realizou-se também alguns ensaios experimentais. No primeiro experimento, que tratou do teste de solubilidade, ficou constatado que a amoxicilina é uma substância de baixa solubilidade, sendo a mesma praticamente insolúvel nos três solventes utilizados (água, etanol e éter de petróleo). Ainda, no experimento I, após testar a solubilidade de todas as substâncias foi verificado que apenas as substâncias polares foram solúveis em água, sabendo-se que solubilidade é uma propriedade relacionada a polaridade e que a água é um composto polar, foi observado no experimento que o paracetamol e o bofo se comportam como substâncias polares. O teste foi realizado a temperatura ambiente e a quente (chapa de aquecimento), a tabela 3 sumariza os resultados do teste de solubilidade dos fármacos.

Tabela 3. Teste de solubilidade dos fármacos

SUBSTÂNCIAS		CONDIÇÕES DE SOLUBLIZAÇÃO	
SOLVENTES	MEDICAMENTOS	t.a	A quente*
Água	Amoxicilina	Insolúvel	Pouco solúvel
	Paracetamol bofo	Solúvel	
Etanol	Amoxicilina	Insolúvel	Pouco solúvel
	Paracetamol bofo	Solúvel	
Éter de petróleo	Amoxicilina	Insolúvel	Pouco solúvel
	Paracetamol bofo	Insolúvel	Pouco solúvel

ta: temperatura ambiente

*chapa de aquecimento

Nessa aula, podem ser abordados também os conceitos de propriedades físicas, como ponto de ebulição. As propriedades físicas, ponto de ebulição e solubilidade, estão

intimamente relacionadas com a estrutura das substâncias e com as forças que atuam entre as moléculas (forças intermoleculares). Essas forças podem ser: dipolo-dipolo, ligação hidrogênio, de van der Waals ou London.

A solubilidade é considerada um conceito importante em Química, já que a apropriação desse conhecimento permite entender outros trabalhados nas salas de aula e, também, muitas situações do cotidiano (OLIVEIRA et al, 2009). Por exemplo, na parte do conhecimento chamado de Química Orgânica, o qual geralmente trabalha com outros solventes que não a água, a solubilidade pode ser ensinada de forma mais ampla, assim como os conceitos de interação, polaridade das moléculas e polaridade dos materiais.

No experimento II, verificou-se que o paracetamol e amoxicilina tem caráter ácido. No experimento III, que tratou da determinação do pH, verificou-se que a amoxicilina e o paracetamol, em solução aquosa, possuem um pH muito próximo um do outro (5,53 e 5,33 respectivamente), sendo assim os mesmos foram classificados com ácidos fracos.

O potencial hidrogeniônico (pH) é um dos assuntos abordados no Ensino de Química que, salvo raras exceções, é relacionado com outras áreas do conhecimento e com a própria vivência do aprendiz. Na maioria das vezes, como a sua aplicação e importância não são contextualizadas, os alunos acabam por considerar o conteúdo sem sentido, já que não conseguem estabelecer relações entre ele e o seu cotidiano (ANTUNES et al, 2009). Em função disso, passam a apenas memorizar os conceitos e as fórmulas matemáticas presentes nessa matéria.

Segundo Maldaner (2003) as atividades experimentais têm potencial não só para habilitar os estudantes às relações sociais, mas também na aquisição de atitudes positivas na direção do conhecimento cognitivo de ciências e podem ser realizadas em qualquer momento, antes da abordagem teórica, durante a sua execução ou depois dela.

A experimentação é importante na formação de elos entre as concepções espontâneas e os conceitos científicos, propiciando aos estudantes oportunidades de confirmar suas idéias ou então reestruturá-las. De acordo com Santos e Schnetzler (1996), as atividades experimentais são relevantes quando caracterizadas pelo seu papel investigativo e sua função pedagógica em auxiliar o estudante na compreensão dos fenômenos.

Adicionalmente, os grupos deveriam fazer um levantamento da fórmula estrutural do respectivo medicamento, utilizando o “Merck Index” ou o endereço eletrônico www.chemfinder.com, e trabalhar os conceitos nas moléculas orgânicas, as classificações do carbono e das cadeias carbônicas e nomenclatura. Em todas as aulas seguintes, os alunos monitores (primeiro, segundo e terceiro autor) e professor (quinto autor) acompanhavam o andamento do trabalho e orientavam os estudantes em suas pesquisas.

No final da unidade, os trabalhos foram apresentados para a comunidade acadêmica. As apresentações orais foram realizadas de formas variadas. Os grupos mostraram cartazes com as fórmulas estruturais (Figura 5); fotos ilustrativas; transparências; modelos de isopor para representar a estrutura da molécula do medicamento em questão e vídeos com simulações dos efeitos, riscos e tratamento dos animais.

Figura 5. Cartaz com as fórmulas estruturais de medicamentos.



Analisando a apresentação oral de cada grupo, foi possível perceber um enfoque maior na busca de apresentar à comunidade acadêmica as informações estudadas, já que a pesquisa os estimulou a coletar mais informações sobre o medicamento em que estavam trabalhando e houve também a preocupação de compartilhar essas informações com os colegas.

Com este trabalho, foi possível fazer uma revisão da matéria e verificar, assim, alguns erros de conceitos na identificação dos tipos de carbonos, na estereoquímica e na função orgânica presente no medicamento.

Os resultados da aplicação do pós-teste mostraram que na maioria das questões, os estudantes responderam de forma correta. Acreditamos que as questões referentes à teoria estrutural deveriam ser mais familiares aos estudantes, pois o conteúdo é bastante trabalhado no ensino médio. Com relação à questão 6, do pré-teste, a maior parte dos estudantes mostrou ter extrema dificuldade em escrever a nomenclatura oficial, já no pós-teste, após intervenção didática, os estudantes já tem maior facilidade em escrever tais nomes.

No entanto, não podemos deixar de constatar que em relação ao pré-teste houve, de maneira geral, um aumento da qualidade das respostas dos estudantes, ainda que alguns argumentos relacionados a princípios ativos dos fármacos, ainda não fossem totalmente precisos, como no caso das questões 1 e 7. Também observamos que no pós-teste os estudantes distinguem mais claramente às questões relacionados a estereoquímica, por exemplo carbono quiral e estereocentro (sinônimo), descritor *cis* e *trans*, daqueles apresentados no pré-teste.

A análise da evolução do grupo como um todo mostrou que houve um crescimento da maioria dos estudantes no sentido de substituir as suas concepções errôneas pelas científicas, evidenciando a importância da intervenção didática utilizada.

Convém destacar que as atividades didáticas aqui empreendidas não são receitas prontas a serem seguidas. Cabe aos professores o exercício de dialogar, questionar e

modificar a proposta para o seu contexto. Ao mesmo tempo, a participação dos estudantes foi notadamente mais ativa e não um simples telespectador que apenas ouve o que o professor aborda e tenta memorizar de fórmulas, leis e teorias. Antes de utilizar a estratégia de ensino descrita, o aluno era tratado como mero ouvinte das informações e os resultados finais eram uma reprovação de 70% (incluindo os evadidos) e uma evasão na disciplina de 22%. Após adotar a estratégia de ensino proposta: Medicamentos veterinários – contextualizando o ensino de Química Orgânica, os estudantes saíram da condição de telespectadores e passaram a ser sujeitos ativos do processo de ensino aprendizagem e o resultado final foi surpreendente, ou seja, 85% de aproveitamento na disciplina Química Biológica.

Concluído, esta análise foi importante, pois houve a construção de conceitos importantes tais como, princípios ativos, funções orgânicas, quiralidade, acidez, basicidade, grupo funcional, hibridação, ligação, covalente, amina, amida, álcoois, haletos etc. Ao final, foi aplicado um pós-teste (mesma questões do pré-teste) e constatou-se que os estudantes apresentaram uma melhora significativa em relação aos dados obtidos inicialmente, o que implica que a intervenção didática, até certo ponto, contribuiu para os estudantes ampliarem e aproximarem suas ideias às cientificamente aceita.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos do pré-teste aplicado no início da intervenção, conforme apontado anteriormente, mostraram que a maior parte dos estudantes, apesar de terem visto química orgânica na última série do ensino médio apresentavam na maior parte das vezes, ideias alternativas ou errôneas sobre o conteúdo trabalhado, como por exemplos, acreditavam que estereocentro e carbono quirais eram termos diferentes; confundiam grupo funcionais com funções orgânicas. Alguns estudantes achavam que o grupo OH presente no paracetamol, fazia com que este composto fosse um álcool e não fenol.

Ficou evidente que a participação efetiva do estudante, durante o processo de ensino, realizando experimento, confrontando suas ideias, argumentando, discutindo, levou à construção dos conceitos (funções orgânicas, quiralidade, acidez, basicidade, grupo funcional, hibridação, ligação, covalente, amina, amida, álcoois, haletos etc.) com mais facilidade.

Com este trabalho, foi observado que os estudantes tiveram uma participação ativa no seu processo de aprendizagem e crescimento pessoal, uma vez que a cooperação melhora a eficácia da ação pedagógica. A metodologia permitiu ao professor e monitores verificar se os objetivos esperados foram alcançados de uma forma dinâmica, contínua e versátil, voltada para o estudante e abrangendo os vários aspectos de sua personalidade e da sua constituição humana.

Com relação aos professores, é necessário também que eles adotem uma postura que propicie a reformulação conceitual, desenvolvendo assim atividades que levem o estudante a percorrer o caminho desde as suas concepções alternativas até as concepções científicas, não bastando apenas detectar as concepções errôneas dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. pH do Solo: Determinação com Indicadores Ácido - Base no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, n. 4, 31, 2009.
- BARBOSA, C. I. O. G. N. *Novas formas farmacêuticas para uso veterinário*. Disponível em <http://hdl.handle.net/10284/1611>. Acessado em junho de 2011.
- BOFF, E. T. de O.; DEL PINO, J. C.; ARAÚJO, M. C. P. de. Situação de estudo “Ambiente e vida – o ser humano nesse contexto” na significação dos conteúdos escolares. *Acta Scientiae*, v.12, n.2, p.145-158, 2010.
- BRITO, M. F.; TOKARNIA, C. H.; JABOUR, F. F.; VARGAS, P.; PAULO, F.; RIBEIRO, C. T.; MACEDO, D.; SEIXAS, J. N. Projeto de Pesquisa: Estudo sobre a tolerância das avermectinas para coelhos, bezerros e pequenos ruminantes, 2002.
- CHASSOT, A. I. *Catalisando transformações na educação*. 3ª ed. Ijuí: Unijuí, 1993.
- _____. *Educação ConSciência*. 2. ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2007.
- GORNIK, S. L. O porquê de se prescrever Medicamentos Veterinários. *Revista da ANCLIVEPA-SP*. 2005.
- LAUTHARTTE, L. C.; FRANCISCO JUNIOR, W. E. Bulas de Medicamentos, Vídeo Educativo e Biopirataria: Uma Experiência Didática em Uma Escola Pública de Porto Velho – RO. *Química Nova na Escola*, n.3, 33, 2011.
- MALDANER, O. A. *Formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores*. 2 ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2003.
- MCKENNA, P.; BADGER, S. B.; MCKINELI, R.; TAYLOR, D.E. Simultaneous resistance of two or more broad-spectrum anthelmintics by gastrointestinal nematode parasites of sheep and goats. *N. Z. Vet. J.* 38:114-117; 1990.
- NEVES, A. M.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Interpretação de Rótulos de Alimentos no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 15-19, 1997.
- OLIVEIRA, S. R.; GOUVEIA, V. P.; QUADROS, A. L. Uma Reflexão sobre Aprendizagem Escolar e o Uso do Conceito de Solubilidade/Miscibilidade em Situações do Cotidiano: Concepções dos Estudantes. *Química Nova na Escola*, n. 1, 31, 2009.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 2ª ed. Ijuí: Unijuí, 2000.
- SCHNETZLER, R. P.; SANTOS, W. L. P. Ensino de Química e Cidadania. *Química Nova na Escola*, n. 4, 28, 1996.
- VIDAL, R. M. I. As exigências européias em relação ao uso de medicamentos veterinários. *Ciência e Pesquisa*. Disponível em: www.fazendeiro.com.br/Cietec/.../ArtigosTexto.asp?... Acesso em: mar. 2010.
- WATSON; T. G.; HOSKING, B. C. Evidence for multiple resistance in two nematode parasite genera on a saanen goat dairy. *N. Z. Vet. J.* 38:50-53; 1990.

Recebido em: mai. 2011

Aceito em: nov. 2011