

USO DA TECNOLOGIA DE HIDROPONIA COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE QUÍMICA E NA PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Tarcísio da Silva VIEIRA (1); Rafael Marinho da SILVA (2); Edvaldo Vieira Pacheco SANT'ANA (3); Albert Lennon Lima MARTINS (4)

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus* Araguatins, Povoado Santa Teresa - KM 05 - Zona Rural - CEP 77950-000 - Araguatins-TO, (63) 3474-1179, e-mail: tarcisio@unb.br

(2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus* Araguatins,

(3) AE 310 SUL, Av. LO 05, s/n, Plano Diretor Sul, Palmas-TO, CEP: 77.021-090, (63) 3233-1300, e-mail: evps.iftto@hotmail.com

(4) Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus* Palmas, e-mail: lennon.albert@hotmail.com

RESUMO

No período de 21 a 23 de outubro foi realizado a I JORNADA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, IFTO – *Campus* Araguatins. No evento foi proferido e ministrado um mini-curso sobre hidroponia e como cultivar sem o uso do solo, intitulado: “Noções básicas de hidroponia para pequenas áreas”. No cultivo hidropônico uma lâmina de solução nutritiva, constituída pelos nutrientes essenciais dissolvidos em água, é colocada em contato com as raízes do vegetal. Contudo, existe a necessidade de se adaptar a tecnologia hidropônica a realidade de cada região do país, sobre tudo no manejo da solução nutritiva e dos substratos. Além disto, instituições de ensino que contemplam cursos práticos em que se faz uso de irrigação, freqüentemente descartam canos de PVC danificados, os quais podem vir a constituir um problema ambiental. A tecnologia hidropônica se mostra como uma elegante alternativa na reciclagem destes canos, contribuindo para a educação ambiental. Permite ainda criar um espaço aos docentes e discentes para experimentação, debate, hipóteses sobre água; nutrição, fisiologia e desenvolvimento de vegetais; meio ambiente; sais minerais e formulação de soluções nutritivas, constituindo assim uma importante e versátil ferramenta no processo de ensino-aprendizagem. O presente trabalho, que é um relato de sala de aula, descreve a implantação de uma unidade hidropônica portátil no IFTO – *Campus* Araguatins como uma ferramenta didático-pedagógica e de pesquisa.

Palavras-chave: hidroponia, química, educação ambiental

INTRODUÇÃO

A palavra *interdisciplinaridade*, bastante utilizada no âmbito educacional, embora seja de grande importância nas atividades de pesquisa, tem sido muitas vezes empregada de modo equivocado e excessivo nas atividades de ensino, sem que se faça uso de seu real significado, resultando em descrédito e até mesmo na banalização deste importante conceito.

As dificuldades apresentadas pelos professores de ciências em associar conceitos advindos de diferentes áreas do conhecimento, juntamente com a carência de materiais didáticos que abordem os conteúdos programáticos dos currículos de ciências do primeiro e do segundo grau de forma contextualizada e interdisciplinar, podem ser citadas como causas que contribuem significativamente para a concretização da realidade apontada acima. Como uma das conseqüências advindas deste cenário, grande parte dos assuntos abordados em sala de aula são apresentados de forma expositiva aos alunos, resultando, na grande maioria das vezes, em *déficit* de aprendizagem e no desinteresse pelo estudo das Ciências Naturais.

O estudo da composição centesimal das substâncias, componente integrante dos Cálculos Estequiométricos abordados nos cursos de química, em nível de Ensino Médio, ilustra bem esta realidade. Tradicionalmente este componente curricular é apresentado aos alunos sem nenhuma significação prática, tornando-o muitas vezes penoso, desagradável e até mesmo desestimulante.

Paralelamente a isto, ainda hoje é possível sentir a escassez de um referencial pedagógico teórico-conceitual para subsidiar as práticas da Educação Ambiental no âmbito escolar, embora as duas últimas décadas em nosso país fossem marcadas pela implantação de importantes medidas para oficializar a Educação Ambiental, como a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, a qual criou a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA); a inclusão da questão ambiental na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LBD/96), que passou a incluir o Meio Ambiente nos temas transversais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs); e a oficialização da Educação Ambiental em todas as modalidades de ensino, por meio da Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999.

Tendo em mente que o aprendizado se dá quando o educando é impulsionado por um motivo, o qual é freqüentemente traduzido sob forma de uma necessidade, apresenta-se, por meio de um relato de sala de aula, uma proposta para a utilização da tecnologia de hidroponia como uma ferramenta didático-metodológica na abordagem interdisciplinar da composição centesimal das substâncias, de modo a demonstrar a importância e a necessidade de se compreender os cálculos envolvidos, bem como a aplicação prática dos mesmos, com vistas a tornar mais atraente e significativo o estudo desta importante componente curricular. Pretende-se também colaborar no desenvolvimento de estratégias que visem à formação da consciência ecológica, por meio da construção de uma unidade hidropônica, a qual poderá ser utilizada como um recurso didático interdisciplinar para auxiliar na promoção da educação ambiental.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Hidroponia

A hidroponia consiste em uma técnica de cultivo sem o uso de solo, sendo que a demanda de nutrientes requerida para o desenvolvimento normal do cultivar é suprida pelo fornecimento de uma solução aquosa que contenha todos os nutrientes necessários, a qual é comumente conhecida como *solução nutritiva*. Por possibilitar um maior controle sobre as condições de cultivo, a tecnologia hidropônica tem como vantagem minimizar alguns dos problemas relacionados com os modelos predominantes de produção, tais como a redução no desperdício de água, energia, insumos, dentre outros (MENEZES JR et al., 2004).

Relatos da utilização desta técnica de cultivo são milenares, como os jardins suspensos da Babilônia e o cultivo sobre placas de madeira flutuantes praticado pelos Astecas (RESCH, 1985). O cultivo hidropônico tem alcançado tanto sucesso que a NASA já cogitou utilizá-la para a obtenção de alimentos na ocasião em que forem realizadas futuras viagens ao planeta Marte (RESCH, 1997).

No Brasil a tecnologia de hidroponia é muito empregada tanto em áreas rurais, como áreas urbanas e periurbanas (FURLANI et al., 1999), sendo que a modalidade mais utilizada é conhecida como NFT (Fluxo

Laminar de Nutrientes). Nesta modalidade de cultivo, as raízes do vegetal são colocadas em contato direto com uma lâmina de solução nutritiva em fluxo contínuo.

A Solução Nutritiva

A solução aquosa que possibilita o cultivo hidropônico é considerada por alguns autores como o elemento essencial na hidroponia (ANDRIOLO, 2002). Portanto, além do manejo realizado (monitoramento do pH, da condutividade elétrica, do nível de oxigênio e da temperatura da solução), o preparo adequado da solução nutritiva, de modo a fornecer ao vegetal os nutrientes necessários e na quantidade exigida, é de fundamental importância para o sucesso desta técnica.

Embora os nutrientes sejam comuns a todas as plantas, cada cultivar exige sua demanda própria. Isto significa que não existe uma solução nutritiva ideal, sendo necessário investigar quais seriam as melhores concentrações de cada nutriente para uma determinada espécie vegetal a ser cultivada (RODRIGUES, 2002). Apesar disto, diversos pesquisadores têm se lançado na busca pela formulação de soluções nutritivas que possam ser utilizadas em uma maior variedade de culturas. A composição química, em termos de macro e micronutrientes, das quatro formulações mais utilizadas no cultivo hidropônico é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química, em termos de macro e micronutrientes, de algumas das principais soluções nutritivas empregadas no cultivo hidropônico.

Nutrientes	Hoagland & Arnon (1950) mg.L ⁻¹	Sarruge (1975) mg.L ⁻¹	Castellane & Araújo (1995) mg.L ⁻¹	Furlani et al. (1999) mg.L ⁻¹
Macronutrientes				
N	210,1	210,1	222,5	202,0
P	31,0	31,0	61,9	31,5
K	234,6	234,6	426,2	193,4
Ca	200,4	200,4	139,9	142,5
Mg	48,6	48,6	24,3	39,4
S	64,2	64,1	32,4	52,3
Micronutrientes				
B	500	500	498	262
Cu	20	39	48	38
Cl	648	722	-	-
Fe	5022	5000	5000	1800
Mn	502	502	419	369
Mo	11	12	52	65
Zn	50	98	261	114

A Fórmula Centesimal

A representação da percentagem em massa de cada elemento químico que constitui uma determinada substância é conhecida como *fórmula centesimal*. Assim, esta fórmula indica a quantidade, em massa, de cada elemento químico existente em 100 gramas de uma certa substância.

Considere o sulfato de amônio, (NH₄)₂SO₄. Utilizando as massas atômicas aproximadas da tabela periódica fornecida no último vestibular (2010.1) da Universidade Federal do Tocantins – UFT, calcula-se a massa molar do referido sal como sendo igual a 132 g/mol. Tomando esta massa como correspondente a 100% e, efetuando-se a devida regra de três com as massas contribuintes de cada elemento que compõem a massa molar da substância, se obtêm a porcentagem em massa de cada um dos constituintes do sulfato de amônio, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Composição centesimal aproximada do sulfato de amônio

(NH ₄) ₂ SO ₄	
Elemento Químico	Porcentagem em Massa
H	6,06 %
N	21,21 %
S	24,24 %
O	48,48 %

Tradicionalmente esta componente curricular é apresentada nas principais obras utilizadas no Ensino Médio, bem como abordada nas aulas de Química, por meio da mera resolução de exercícios, não sendo mostrada aos estudantes, na grande maioria das vezes, nenhuma forma de aplicação ou a utilidade desta importante ferramenta. Contudo, o conhecimento da composição centesimal de uma substância tem importância fundamental em diferentes áreas, dentre elas a agricultura, na qual é de essencial importância o conhecimento do teor de nutrientes presentes nos diferentes insumos empregados como fertilizantes.

METODOLOGIA

Entre os dias 21 e 23 de outubro do ano de 2009, no *Campus* Araguatins do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO, foi realizada a I JORNADA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA deste *Campus*. Neste evento foi proferido e ministrado, pelos autores deste artigo, um mini-curso sobre hidroponia e como cultivar sem o uso de solo, intitulado “*Noções básicas de hidroponia para pequenas áreas*”.

O mini-curso mostrou-se como uma excelente oportunidade para uma abordagem interdisciplinar e diferenciada da composição centesimal das substâncias. Além disto, a demonstração da aplicabilidade e da importância destes conceitos para a viabilidade do cultivo hidropônico fez com que o aprendizado desta componente curricular fosse mais significativo e atraente. Assim, por meio deste relato de sala de aula, pretende-se contribuir com o desenvolvimento de novas abordagens que possibilitem o aprendizado do conhecimento químico de forma interdisciplinar e relacionado com o cotidiano dos estudantes.

A Hidroponia como Ferramenta no Ensino de Química

Após a fundamentação teórica das técnicas envolvidas no cultivo hidropônico, do preparo e do monitoramento da solução nutritiva, foi solicitado aos participantes, alunos do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, que efetuassem os cálculos necessários para a elaboração de dez litros da solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999) (Tabela 1), contendo apenas os elementos utilizados em maior quantidade pelas plantas, os chamados “*macronutrientes*”.

Inicialmente, tendo em mente os macronutrientes necessários e colocando em prática conhecimentos advindos de seu cotidiano, foi solicitado aos participantes que indicassem os insumos a serem utilizados, os quais constituem a Tabela 3.

Tabela 3. Insumos sugeridos pelos participantes do mini-curso para a elaboração da solução nutritiva, contendo apenas os macronutrientes, proposta por Furlani et al. (1995).

Macronutrientes	Insumo	Fórmula Química
N	Nitrato de amônio	NH_4NO_3
P	Fosfato de monoamônio - MAP	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
K	Nitrato de potássio	KNO_3
Ca	Nitrato de cálcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
Mg	Sulfato de magnésio	MgSO_4
S	Sulfato de magnésio	MgSO_4

Em seguida, alguns dentre os participantes, afirmaram que seria necessário conhecer as fórmulas químicas das substâncias citadas para que fosse possível se determinar a quantidade de cada nutriente nos respectivos insumos. Nesta ocasião foi feita com o grupo uma abordagem sobre a nomenclatura dos sais inorgânicos, bem como exemplificado a importância deste conceito no contexto das Ciências Agrárias. A partir dos nomes dados aos insumos, as fórmulas químicas foram determinadas em conjunto com os participantes, as quais também compõem a Tabela 3.

O próximo passo foi efetuar o cálculo das massas molares dos respectivos sais. Neste momento, discutiu-se com o grupo os conceitos de massa atômica, massa molar e mol, sempre evidenciando a aplicabilidade e a importância destes conhecimentos para aqueles futuros profissionais.

De posse das massas molares, solicitou-se ao grupo que determinassem a porcentagem em massa de cada nutriente no respectivo insumo. Esta se mostrou como uma excelente oportunidade para a abordagem das fórmulas centesimais, contextualizando este assunto com as atividades desenvolvidas cotidianamente pelos participantes do mini-curso, e assim, tornando mais significativo o aprendizado desta componente curricular.

Ao contrário daquilo que se percebe com a grande maioria dos alunos durante o estudo das fórmulas centesimais, verificou-se uma participação efetiva e grande entusiasmo por parte de todos durante a realização da atividade proposta, uma vez que os cálculos em questão estavam sendo executados com uma finalidade: o preparo de uma solução nutritiva.

Em seguida, foi elaborada a Tabela 4, a qual apresenta a porcentagem em massa de cada nutriente no respectivo insumo.

Tabela 4. Teor de nutrientes nos respectivos insumos calculado pelos participantes do mini-curso.

Nutrientes	Insumos					
	NH ₄ NO ₃	NH ₄ H ₂ PO ₄	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂	MgSO ₄	MgSO ₄
N	35%	12,1%	13,8%	17,1%	-	-
P	-	26,9%	-	-	-	-
K	-	-	38,6%	-	-	-
Ca	-	-	-	24,4%	-	-
Mg	-	-	-	-	20,0%	-
S	-	-	-	-	-	26,6%

Faltava ainda saber a quantidade de cada insumo que deveria ser empregada no preparo de dez litros da solução nutritiva, conforme proposto anteriormente. De início foi calculada a massa em gramas de cada nutriente necessária para o preparo daquele volume de solução. Uma vez que a Tabela 1 fornece as concentrações de cada nutriente em miligramas de soluto por litro de solução, os cálculos em questão foram desenvolvidos com facilidade pelos participantes do mini-curso, fazendo-se uso de regra de três simples.

Posteriormente, as porcentagens de cada nutriente, calculadas e computadas na Tabela 4, foram utilizadas para se estimar a massa de insumos necessária (considerando este como puro) ao preparo de dez litros da solução de Furlani et al. (1995). Esta etapa das atividades desenvolvidas com os participantes mostrou-se como mais uma excelente oportunidade para se trabalhar os conceitos relacionados com a fórmula centesimal das substâncias.

Em um primeiro momento, todos os participantes calcularam as quantidades de insumos a serem utilizadas sem levar em conta que o nitrogênio entra na composição da maioria deles, utilizando como fonte deste nutriente apenas o nitrato de amônio (NH₄NO₃). Após mais uma abordagem sobre as fórmulas centesimais, foi mostrado ao grupo que, uma vez que as quantidades de insumo para os outros nutrientes haviam sido calculadas, o teor de nitrogênio existente nos insumos nitrogenados (Tabela 4) poderia ser utilizado para se determinar a quantidade de nitrogênio que já havia sido empregada no preparo da solução. Foi mostrado ainda que, subtraindo esta quantidade que já havia sido empregada da quantidade de nitrogênio calculada para o preparo de dez litros da solução de Furlani et al. (1999) (Tabela 5), seria obtida a quantidade deste nutriente que ainda deveria ser utilizada, empregando para isto o nitrato de amônio como insumo. A Tabela 5 mostra as quantidades de nutrientes e de insumos a serem utilizadas no preparo da referida solução.

Tabela 5. Quantidade de nutrientes e dos respectivos insumos necessários para o preparo de dez litros da solução de Furlani et al. (1999).

Nutrientes	Quantidade	Insumos	Quantidade
N	2,02g	NH ₄ NO ₃	0,57g
P	0,31g	NH ₄ H ₂ PO ₄	1,15g
K	1,93g	KNO ₃	5g
Ca	1,42g	Ca(NO ₃) ₂	5,82g
Mg	0,39g	MgSO ₄	1,95g
S	0,52g	-	-

Além dos conceitos abordados, a relação entre concentração salina e condutividade elétrica, a hidrólise de sais, a variação do pH da solução, a variação da concentração da solução em função da evaporação do solvente, dentre outros, são assuntos contemplados nos programas dos cursos de Química a nível de Ensino Médio e estão intimamente relacionados com o cultivo hidropônico. Desta forma, a tecnologia de hidroponia mostra-se como uma excelente ferramenta para subsidiar as práticas no ensino de Química.

Promovendo a Educação Ambiental

O *Campus* Araguatins do IFTO oferece tradicionalmente, desde os tempos da antiga Escola Agrotécnica Federal, cursos práticos contemplando a área de Irrigação Agrícola. Conseqüentemente, o descarte de canos de PVC danificados, caso não seja feito de modo adequado, pode vir a constituir um sério problema ambiental. Tendo isto em mente vislumbrou-se a oportunidade de associar a tecnologia de hidroponia com a prática da Educação Ambiental.

Nos dias que antecederam o evento foi realizada a coleta dos canos de PVC, os quais haviam sido anteriormente utilizados no sistema de irrigação das diversas culturas no *Campus* Araguatins e, em função de danos irreparáveis, haviam sido descartados. A este material coletado foi adicionado conexões PVC (curvas 90° e “T”), vasilhame plástico de 20L, mangueira plástica tipo cristal, tintas, “timer” e moto-bomba (modelo de uso em aquários), os quais foram adquiridos a baixo custo no comércio local (Figura 1). A unidade hidropônica portátil foi apresentada aos participantes durante a realização do mini-curso.



Figura 1. Sequência de imagens da construção da unidade portátil hidropônica e da realização do mini-curso.

Os discentes participantes ficaram bastante entusiasmados diante da possibilidade de empregar canos de PVC descartados no *Campus*, os quais poderiam vir a constituir um problema ambiental, na confecção de estruturas hidropônicas que poderiam ser destinadas ao ensino e à pesquisa. Além disto, os participantes ficaram muito motivados pela possibilidade de empregar a técnica de cultivo sem solo, a partir de materiais de baixo custo disponíveis no comércio local, como uma alternativa na agricultura familiar, modalidade muito comum na região do Bico do Papagaio. Desta forma o cultivo hidropônico mostra-se também como uma excelente ferramenta para promover a prática da Educação Ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da composição centesimal das substâncias, na maioria das vezes, é apresentado aos alunos sem nenhuma contextualização ou aplicação prática dos conceitos envolvidos. Isto tem resultado no desinteresse e até mesmo no desestímulo, por parte dos discentes, quanto ao estudo desta importante componente curricular dos cursos de Química a nível de Ensino Médio.

A tecnologia hidropônica, em função de suas peculiares características, como a de possibilitar o cultivo sem o uso de solo, bem como da possibilidade de abordagem de diversos conceitos interdisciplinares, mostra-se como uma versátil ferramenta no ensino de Química, tornando mais interessante e significativo o

aprendizado dos cálculos estequiométricos e da composição centesimal das substâncias, geralmente classificados como “conteúdos difíceis” por grande parte dos estudantes de Química.

Estudos sobre a hidrólise de sais, variação do pH, a relação entre a condutividade elétrica e a concentração salina, a variação da concentração das soluções em função da taxa de evaporação do solvente, a nomenclatura e a classificação dos compostos inorgânicos, dentre outros, são conceitos que podem ser abordados de maneira atraente, contextualizada e significativa, com a participação e envolvimento direto dos alunos.

Além disto, a construção das unidades hidropônicas com materiais alternativos mostra-se como uma excelente ferramenta na formação de consciência ecológica e na promoção da prática da educação ambiental.

Por fim, em função do *Campus* Araguatins do IFTO estar situado na Mesorregião do Bico do Papagaio, sendo a agricultura familiar a modalidade de cultivo mais difundida na Mesorregião, a tecnologia de cultivo hidropônico fazendo-se uso de materiais de baixo custo disponíveis no comércio local, associado ao conhecimento químico, foi vislumbrado pelos participantes do mini-curso como uma importante e viável ferramenta para a transformação da realidade socioeconômica da comunidade local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J.L. **Olericultura geral**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2002. 158p.

CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: Hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 43p.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p.(Boletim Técnico, 180).

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 347p., 1950.

MENEZES JR., F. O. G. ; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S. Crescimento e avaliação nutricional da alface cultivada em “NFT” com soluções nutritivas de origem química e orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.632-637, 2004.

RESCH, H.M. **Hydroponic food production: A definitive guidebook of soilless food growing methods**. 3. ed. Santa Barbara: Woodbridge Press Publishing Company, 1985. 384p.

RESH. H. M. **Cultivos hidropônicos**. 4.ed. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1997. 509 p.

RODRIGUES, L.R.F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de manejo ambiental no controle de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 762p.

SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.1, n.3, p.231-233, 1975.