

## INVESTIGAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: SISTEMAS DE HIDROPONIA EM HORTA ESCOLAR PARA DISCUSSÃO DE CONCEITOS QUÍMICOS

*Inquiry in High School: Hydroponic Systems in a School Vegetable Garden for Discussion of Chemical Concepts*

**Kelvia Fabiane Alves de Moura** [kfam@qui.grad.ufmg.br]

*Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Química*

*Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, CEP 31270-901, Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.*

**José Aparecido Santos Durães** [joseap68@hotmail.com]

*Escola Estadual Filomeno Ribeiro*

*Praça Dom Luiz Victor Sartori, 463, CEP 39400-317, Alto São João, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil*

**Fernando César Silva** [silvafc@fae.ufmg.br]

*Universidade Federal de Minas Gerais – Faculdade de Educação*

*Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, CEP 31270-901, Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.*

*Recebido em: 19/07/2018*

*Aceito em: 11/03/2019*

### Resumo

O tema soluções no ensino médio é considerado difícil por muitos estudantes, por haver uma valorização dos aspectos que envolvem cálculos matemáticos e aplicações de fórmulas em geral. Dessa forma, para compreensão dos conteúdos químicos, buscou-se trazer para sala de aula uma abordagem investigativa, que além de motivar os estudantes, permitisse uma conexão entre o conteúdo e a vivência deles. Nessa perspectiva, a sequência didática foi desenvolvida em uma escola que possui um projeto de horta escolar, usando o processo hidropônico para aplicação das aulas. Essas aulas contemplaram os aspectos qualitativos e quantitativos no preparo das soluções nutritivas utilizadas nesse processo. Acreditamos que essa abordagem favoreceu a compreensão do princípio envolvido nas medições do pH e da condutividade elétrica, que são controles realizados para o bom desenvolvimento da planta em hidroponia.

**Palavras-chave:** Educação em Ciências, Ensino de Ciências por Investigação, Experimentação no Ensino Médio.

### Abstract

The topic of solutions in high school is considered to be difficult by many students, because there is an appreciation of the aspects that involve mathematical calculations and applications of formulas in general. Thus, to understand the chemicals concepts, an investigative approach has been applied in the classroom in order to motivate the students and allow a connection between these concepts and the possibility to experience them. From this perspective, the didactic sequence was developed in a school that has a vegetable garden project, which based itself on the hydroponic process to apply the classes. These classes contemplated the qualitative and quantitative aspects in the preparation of the nutrient solutions used in this process. We believe that this approach favored the understanding of the principle involved in pH and electrical conductivity measurements, which regulate the proper development of the plant in hydroponics.

**Keywords:** Science Education, Inquiry-based Science Education, Laboratory work in High School.

## Introdução

Os conceitos relacionados ao tema soluções abordados no Ensino Médio são considerados difíceis por muitos estudantes, devido à valorização dos aspectos que envolvem cálculos matemáticos e aplicações de fórmulas. As estratégias de ensino geralmente adotadas nas escolas não têm se mostrado eficientes, pois muitas vezes não há relação com elementos do cotidiano desses estudantes (NIEZER, 2012). Dessa forma, para compreensão desses conceitos considerados difíceis pelos estudantes, faz-se necessário trazer para sala de aula uma abordagem de ensino que, além de motivá-los, permita uma conexão entre conteúdo e a vivência deles.

Nessa perspectiva, este trabalho foi desenvolvido em uma escola que possui um projeto de horta escolar, aliando a discussão dos conceitos que envolvem o tema soluções às atividades realizadas no projeto. Durante as aulas foi apresentado aos estudantes: i) técnicas de preparo de soluções, ii) os instrumentos utilizados nas medições de pH e condutividade, iii) as características das soluções nutritivas no processo hidropônico e iv) a importância desses parâmetros para o sucesso das espécies cultivadas na horta escolar.

A horta escolar, além de fornecer elementos para a discussão de conceitos científicos, é um projeto que: i) favorece o trabalho cooperativo entre estudantes, professores, funcionários da escola e comunidade, ii) promove estudos, pesquisas, debates e atividades sobre questões ambientais, alimentares e nutricionais e iii) estimula o trabalho pedagógico dinâmico, participativo, inter e transdisciplinar, gerando aprendizagens múltiplas (BARBOSA, 2008). O desenvolvimento de uma horta escolar traz benefícios individuais e coletivos, auxilia os estudantes a construírem valores, tendo em vista que essa atividade envolve o trabalho em equipe, união, comunicação e participação (FERNANDES, 2005). Em Florianópolis - SC, a Coordenadoria de Alimentação Escolar desenvolve o projeto “Horta Viva”, para auxiliar a formação dos estudantes e da comunidade escolar em educação ambiental e alimentar mediante o incentivo à implantação e manutenção de hortas escolares (MORGADO e SANTOS, 2006). Em um estudo realizado em três escolas municipais de Embu das Artes - SP, o desenvolvimento da horta promoveu a troca de experiências e a prática de conteúdos teóricos por meio de experiências subjetivas e intersubjetivas, além do estreitamento de vínculos com a natureza (COELHO e BÓGUS, 2016). Para Brandão (2012), o cultivo de hortas escolares é um importante instrumento educativo, uma vez que propicia uma aprendizagem significativa para os estudantes desenvolverem competências e habilidades, de forma contextualizada e interdisciplinar, possibilitando mudanças na forma de ensinar. Segundo o autor, os conhecimentos adquiridos por meio desses projetos podem ser socializados na escola e transportados para a vida familiar do educando (BRANDÃO, 2012).

O Projeto “Horta escolar” descrito neste trabalho teve finalidade educativa, diversificando os métodos para discutir conhecimentos por meio de atividades práticas e experiências pessoais de forma interdisciplinar. A horta escolar também é uma alternativa para o desenvolvimento de atividades experimentais, já que a escola não possui laboratório para o uso de experimentos. Com isso, buscou-se abordar o tema, remetendo-se aos aspectos qualitativos e quantitativos no preparo e utilização das soluções na horta hidropônica, bem como compreender o princípio das medições do pH e da condutividade adotadas nesse processo. Assim, entende-se que ao buscar uma abordagem investigativa, aumentaria o grau de interesse dos estudantes pelo conteúdo e contribuiria para uma aprendizagem efetiva.

## Abordagem investigativa

A abordagem investigativa inicia por um problema, buscando promover o desenvolvimento da autonomia, da capacidade de tomar decisões, de avaliar, elaborar hipóteses e argumentar (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). Carvalho (2013) também ressalta que, ao desenvolver uma sequência investigativa em sala de aula, deve-se iniciar por um problema, experimental ou teórico, de forma contextualizada para que os estudantes pensem e trabalhem os fenômenos. A autora

complementa que, em um segundo momento, deve-se ter uma atividade de sistematização dos conhecimentos de forma coletiva e individual. Na terceira atividade, a proposta é contextualizar o conhecimento no dia a dia, para que percebam a importância do conhecimento no âmbito social (CARVALHO, 2013). Um aspecto relevante que pode ser observado é a necessidade de que as atividades investigativas proporcionem aos estudantes o contato com as novas informações. Nas atividades investigativas, é necessária a comunicação das novas informações obtidas pelos estudantes. Essa divulgação dos resultados poderá ser realizada por meio da oralidade ou da escrita (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Ferraz e Sasseron (2017) defendem a importância das interações entre estudantes com foco na promoção da argumentação, para a construção do conhecimento. Segundo os autores, a abordagem investigativa proporciona um ambiente em que a construção de argumentos é favorecida pela interação e colaboração entre os membros e elementos que constituem a sala de aula. Além disso, eles consideram que o ensino por investigação se caracteriza por favorecer o trabalho integrado com diferentes práticas metodológicas e didáticas, sendo que estas variam de acordo com o perfil do professor e os recursos disponíveis para o desenvolvimento de uma aula (FERRAZ e SASSERON, 2017). Dessa forma, ainda usando as ideias de Ferraz e Sasseron (2017), o ensino por investigação pode ocorrer por meio de ações e estratégias diferenciadas, para que professores e alunos possam interagir e colaborar entre si, para que a compreensão dos diferentes temas seja estruturada, ampliada e aprofundada (FERRAZ; SASSERON, 2017). No ensino por investigação, é preciso ir além do conteúdo explorado pelo problema, o professor pode planejar novas atividades e com diversos tipos de materiais didáticos como: recortes de figuras, textos, jogos, pequenos vídeos ou simulações etc (CARVALHO, 2013).

### **Experimentação no Ensino Médio**

A realização de experimentos no Ensino Médio justifica-se pela importância de seu papel pedagógico, podendo facilitar o entendimento do estudante na construção de conceitos químicos. Sendo a Química uma ciência com base experimental, é evidente a importância da realização de experimentos. Segundo Peruzzo e colaboradores (2006), os experimentos favorecem as trocas de ideias e de conhecimento entre professores e estudantes em sala de aula, permitindo que eles desenvolvam algumas habilidades como a criatividade, elaboração de hipóteses, pensamento crítico e capacidade de argumentação. Para Guimarães (2009), a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que estimulem os questionamentos e a investigação, mas não deve seguir um roteiro com respostas previsíveis, e sim, desafiar o aluno a testar suas próprias hipóteses e a desenvolver o senso crítico, só assim haverá uma aprendizagem efetiva.

Muitos professores utilizam os experimentos como instrumento para despertar o interesse dos estudantes e dar sequência ao ensino teórico, impedindo o estabelecimento de uma relação entre teoria e prática. Quando não se valoriza os aspectos cognitivos, os experimentos não contribuem para o desenvolvimento de habilidades essenciais para a construção de conceitos químicos. Isso pode levar à formação de um indivíduo sem capacidade de argumentação e discussão de ideias, fazendo com que o mesmo se torne um agente passivo em relação ao conhecimento discutido (SUART, 2010). Dessa forma, de acordo com Suart (2010), para que os estudantes realizem experimentos com uma abordagem investigativa, é preciso que eles façam a coleta de dados, proponham suas hipóteses, argumentem, expliquem e busquem estratégias para a resolução de uma situação-problema.

### **Soluções e a hidroponia**

Soluções são sistemas homogêneos formados pela mistura de duas ou mais substâncias, cujas partículas apresentam até, em média, 1nm de diâmetro. Em uma solução, existe sempre pelo menos uma substância dissolvida em outra. Essa substância dispersa é conhecida como soluto e a substância que dissolve o solvente (SANTOS, 2005). O soluto não pode ser separado por filtração e

não se sedimenta na centrifugação. A capacidade de o solvente dissolver determinado soluto depende das características do soluto, da temperatura da solução e, em alguns casos, da pressão da solução.

Carmo e Marcondes (2008), com base no currículo de Química no Ensino Médio, cita a importância do ensino de soluções em nível submicroscópico para uma melhor compreensão de alguns temas como ligações e interações químicas, eletroquímica e equilíbrio químico que poderiam ser retomados pelos estudantes em níveis diferentes em suas estruturas conceituais. Já Echeverria (1993) critica a forma no qual é ensinado o conceito de solução no Ensino Médio, dando ênfase em aspectos submicroscópicos no processo de dissolução. Essa autora não considera essa estratégia efetiva para aprendizagem por valorizar apenas os aspectos quantitativos das soluções. Assim, para que os estudantes compreendam melhor os conceitos de soluções, é necessário trazer para a sala de aula diferentes formas de apresentação dos conceitos, minimizando a ênfase no aspecto quantitativo (NIEZER, 2012).

As soluções são largamente utilizadas na hidroponia, que é um conjunto de técnicas empregadas no cultivo de plantas sem a utilização de solo. Neste caso, soluções nutritivas em que se utilizam substratos naturais ou artificiais fornecem à planta os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (NETO, 2016). Inicialmente, são preparadas as soluções nutritivas estoques com os diversos nutrientes, e em seguida, elas são diluídas para a concentração final. Após a diluição são medidos o pH e a condutividade elétrica da solução, que são parâmetros indispensáveis no cultivo de vegetais por meio dessa técnica. Esses devem ser medidos diariamente e corrigidos quando necessário (NETO, 2016).

Para o crescimento e reprodução dos vegetais são necessários nutrientes, constituídos por sais que devem ser dissolvidos em água em quantidade e proporções adequadas. Essa solução, no processo hidropônico conhecida como solução nutritiva, deve ser preparada de forma correta para não haver redução na produtividade e na qualidade do produto (TORRES, 2009). Cada sal fornece íons que são absorvidos em diferentes proporções, cumprindo uma função específica no desenvolvimento da planta. Eles podem ser chamados de macronutrientes e micronutrientes (SILVA et al, 2007). Os macronutrientes são aqueles requeridos pela planta em quantidades maiores, sendo o nitrogênio, fósforo e potássio os principais. Já os micronutrientes são aqueles que as plantas necessitam em quantidade relativamente menor, que embora sejam absorvidos em pequenas quantidades são essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta, entre eles estão, ferro, manganês, boro, cobre, zinco, molibdênio e cloro (SILVA et al, 2007). Dessa forma, esses íons serão disponibilizados para as plantas por meio da solução nutritiva, implicando na presença desses na solução na proporção adequada. O excesso ou carência de algum nutriente pode comprometer o desenvolvimento da planta (JAIGOBIND et al, 2007). De acordo com Jaigobind e colaboradores (2007), inicialmente, os macro e micronutrientes são preparados em soluções separadas e depois são misturados, constituindo-se a solução nutritiva. A proporção dos sais na solução é definida em função do vegetal que será cultivado. Na hidroponia todos os nutrientes são oferecidos às plantas na forma dessa solução. Para isso a solução nutritiva quando necessário deve ser sempre renovada, visto que, durante o desenvolvimento da planta ocorre absorção de nutrientes e evotranspiração, modificando a concentração dos sais na solução (JAIGOBIND et al, 2007).

Apesar das plantas terem grande capacidade de adaptação a diferentes soluções nutritivas, de acordo com Backes e colaboradores (2004), deve-se considerar os limites de pH, pressão osmótica e proporção entre os nutrientes, para que um não interfira na absorção do outro e não ocorram precipitações, formando compostos insolúveis.

Paralelamente aos cuidados com os elementos presentes na solução nutritiva, existem ainda dois fatores essenciais, responsáveis pelo absoluto sucesso na hidroponia e que devem ser monitorados periodicamente: a condutividade elétrica e o pH da solução. A condutividade elétrica

estabelece a capacidade da solução nutritiva de conduzir eletricidade. Como esta capacidade muda de acordo com a quantidade de sais dissolvidos, é possível estimar a concentração total de nutrientes na solução, por meio de um condutivímetro (SILVA et al, 2007). Têm surgido propostas de diminuir a concentração das soluções nutritivas por meio do abaixamento da condutividade elétrica para a faixa 1,0 a 1,5 mScm<sup>-1</sup> para as regiões mais quentes como Norte e Nordeste, como proposto por Comett e colaboradores (2008). Costa e colaboradores (2001) fizeram testes em seu trabalho com cultivares de alface e constatou que a variação da condutividade elétrica da solução nutritiva altera a absorção de água e nutrientes pelas plantas, interferindo no metabolismo e, conseqüentemente, na produção das mesmas. Segundo os autores a condutividade pode variar de acordo com a cultivar adotada e as condições climáticas, não havendo um valor fixo. Em seu trabalho a condutividade elétrica da solução nutritiva influenciou o peso do material fresco e seco da cabeça de alface, sendo o maior valor obtido com a condutividade elétrica de 2,46±0,24 mScm<sup>-1</sup> (COSTA et al, 2001). Em estudo realizado por Huett (1994), as alfaces cultivadas em baixa condutividade elétrica (0,4 mScm<sup>-1</sup>), apresentaram deficiências de nitrogênio e potássio, e altos teores de cálcio em folhas novas, sendo que as deficiências diminuíram com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva. Além disso, houve baixa absorção de nitrogênio e potássio, que pode ter sido causado pelo valor menor de condutividade na solução (HUETT, 1994).

O termo pH se aplica a soluções aquosas e significa “potencial hidrogeniônico”, uma escala logarítmica que mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução. A escala de pH varia de 0 a 14 sendo que o valor mínimo 0 indica a acidez máxima, e o valor máximo 14 indica a acidez mínima ou basicidade máxima. Os métodos existentes para determinação do pH são fundamentalmente colorimétricos e eletrométricos (GAMA, 2007). O pH da solução nutritiva é de extrema importância na técnica de hidroponia, visto que pode influenciar a solubilidade e disponibilidade dos nutrientes. Quando o pH das soluções nutritivas se afasta do pH adequado para a espécie cultivada pode comprometer o crescimento da planta. Na maioria das plantas, o pH ideal é entre 5,0 e 6,5. Se o pH estiver acima desse valor, alguns íons tendem-se a precipitar pela redução de sua solubilidade e abaixo desse valor, pode causar a morte da planta (BRACCINI, 1999; JAIGOBIND et al, 2007). A regulação do pH pode ser realizada com a adição de ácidos, hidróxidos ou pela relação amônio/nitrato (BRACCINI, 1999). Os nutrientes utilizados no preparo das soluções nutritivas, além de influenciar o pH das soluções recém preparadas, com o decorrer do tempo, modificará o pH da solução na horta hidropônica, pois à medida que as plantas absorvem íons das soluções nutritivas, liberam em troca outros íons como H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (NETO, 2016). Assim, um cultivo hidropônico favorável ao desenvolvimento das plantas, não envolve apenas a escolha de uma solução nutritiva com os nutrientes necessários, é preciso haver um monitoramento contínuo das variáveis na horta hidropônica, no que se refere a adição de sais, ajuste de pH e substituição periódica de toda a solução (MARTINEZ, 2002).

### Da construção e realização das aulas

A seqüência didática foi elaborada no contexto da hidroponia, em função das atividades que seriam desenvolvidas pelos alunos, e integrada ao projeto horta escolar já existente na escola. O conteúdo soluções foi trabalhado por meio de atividades experimentais investigativas em sala de aula, visto que a escola não dispõe de um laboratório para realização de experimentos. Iniciando as atividades foi realizada uma apresentação sobre o processo de hidroponia, verificando o conhecimento prévio dos estudantes em relação ao preparo de soluções e as medidas de alguns parâmetros que serão verificados diariamente na horta hidropônica, como o pH e a condutividade. As aulas com duração de 100 minutos foram realizadas, conforme descrição indicada no Quadro 1.

**Quadro 1:** Síntese das aulas realizadas.

Aula	Conteúdos	Atividades realizadas
1 <sup>a</sup>	Conhecimento das ideias dos estudantes sobre: os aspectos da produção hidropônica e do	1) Apresentação sobre o processo de hidroponia. 2) Discussão geral.

	preparo das soluções nutritivas.	3) Situação problema: como cuidar de uma horta, por meio do processo de hidroponia?
2 <sup>a</sup>	Principais tipos de soluções. Soluções presentes em nosso cotidiano. Experimento: preparo de soluções.	4) Formação de grupos de cinco a seis alunos. 5) Apresentação das principais vidrarias utilizadas no preparo de soluções. 6) Apresentação do método para o preparo de uma solução aquosa de concentração conhecida. 7) Realização dos cálculos necessários para preparo de solução com concentração conhecida.
3 <sup>a</sup>	Discussão sobre o procedimento realizado na última aula e as dificuldades encontradas. Estudar a diluição das soluções. Experimento: Diluição de soluções.	8) Discussão sobre as dificuldades enfrentadas pelos alunos no preparo das soluções. 9) Execução dos cálculos necessários para prever como uma solução deve ser diluída, a fim de se obter uma solução de concentração desejada.
4 <sup>a</sup>	Apresentação de algumas propriedades físicas e químicas das soluções nutritivas (solubilidade, pH, condutividade etc). Experimento: Medidas de pH e da condutividade elétrica das soluções nutritivas.	10) Apresentação dos equipamentos utilizados nas medições para determinação do pH e condutividade elétrica das soluções. 11) Preparo de duas soluções (ácida e básica) em diferentes concentrações. 12) Medidas do pH em diferentes concentrações e comparação dos resultados.
5 <sup>a</sup>	Importância do pH e da condutividade elétrica das soluções nutritivas para o cultivo hidropônico.	13) Discussão geral. 14) Situação problema: como corrigir o pH e a concentração das soluções nutritivas?

Considerando as recomendações de Carvalho (2013), nas atividades experimentais buscou-se o conhecimento das ideias dos estudantes, a proposição de um problema, o levantamento e testes de hipóteses, a sistematização coletiva e individual de conhecimentos.

A sequência didática foi desenvolvida em cinco aulas. Com exceção da avaliação, todas as atividades foram desenvolvidas em grupos como propõe Silva e Soares (2013). Esses autores ressaltam que o trabalho em grupo favorece a aprendizagem colaborativa e o desenvolvimento cognitivo do aluno.

A primeira aula sobre soluções foi iniciada solicitando aos alunos exemplos relacionados ao cotidiano, abordando os conceitos de soluto, solvente e solubilidade. Em seguida, foram apresentadas as vidrarias (balão volumétrico, béquer, bastão de vidro, vidro de relógio, pisseta) e equipamento (balança analítica) utilizados no preparo de soluções em laboratórios. A sala foi dividida em grupos de cinco alunos, e foi solicitado que cada grupo efetuasse os cálculos e preparasse 100 mL de uma solução aquosa de um sal usado na hidroponia. Discutiu-se com os estudantes a importância da pesagem correta do sal, os cuidados com a balança analítica e a aferição do menisco no balão volumétrico. Após o preparo de cada solução, cada grupo de estudantes identificou as soluções com um rótulo, contendo as informações referentes à concentração, data de preparo e nome dos responsáveis, fazendo com que os estudantes reconhecessem a importância desse procedimento em termos de segurança e organização em um laboratório. Na 3<sup>a</sup> aula, realizou-se a discussão sobre o procedimento adotado no preparo das soluções e se houve alguma dificuldade encontrada. Todas as contribuições dos estudantes foram anotadas no quadro. Dentre as dificuldades, alguns estudantes citaram que a quantidade do sal para pesagem era pequena e o tempo utilizado para o preparo da solução foi bem reduzido, outra dificuldade citada foi a aferição do menisco. No estudo sobre diluição das soluções, apresentou-se um esquema sobre o processo de diluição. Em seguida, os estudantes executaram os cálculos necessários para diluir uma solução, a fim de se obter uma solução de concentração desejada. Foi solicitado que comparassem a solução concentrada à diluída, para evitar a memorização dos conceitos e fórmulas. Na 4<sup>a</sup> aula, apresentou-se algumas propriedades físicas (solubilidade e condutimetria) e químicas (pH) das soluções nutritivas utilizadas na hidroponia, bem como, os aparelhos utilizados nas medições, como por exemplo, o pHmetro e o condutivímetro. Essas medições foram executadas da seguinte forma: i)

preparou-se uma solução de ácido clorídrico a  $1 \text{ mol.L}^{-1}$  e uma solução básica de hidróxido de sódio a  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ , ii) efetuou-se em cada solução uma série de diluições, iii) executou-se as medidas de pH e condutividade elétrica dessas soluções para que os estudantes entendessem o procedimento, iv) organizou-se em uma tabela os resultados obtidos nas medições de condutividade para os estudantes construíram um gráfico em função da concentração (a construção desse gráfico foi feita para que os estudantes compreendessem a relação entre a concentração do sal e a condutividade) e v) realizou-se as medidas da solução nutritiva utilizada na horta hidropônica da escola e vi) os resultados foram anotados para a discussão na aula seguinte. O pH das soluções nutritivas foi medido utilizando-se um medidor de pH digital, semelhante aos utilizados em aquário. Após a calibração do aparelho, o eletrodo do pHmetro foi inserido nas soluções, o valor encontrado foi registrado em uma planilha pelos estudantes. A cada medição, o aparelho era limpo em água destilada e o excesso de água era removido com papel. Para medir a condutibilidade elétrica das soluções nutritivas utilizou-se um condutímetro digital. Por meio de medidas condutivimétricas é possível controlar a concentração de íons dissolvidos nas soluções e fazer o ajuste se for necessário. O aparelho foi calibrado utilizando-se soluções padrões, para comparação com o valor exato da medição do aparelho. Em seguida o condutímetro foi inserido dentro das soluções nutritivas, os valores encontrados foram registrados na planilha e quando necessário era adicionado certa quantidade de sais nas soluções. Na 5ª aula para sintetizar o conhecimento foi aberta uma discussão sobre a importância do controle do pH e da condutividade elétrica das soluções nutritivas para o cultivo hidropônico. Os estudantes tiveram a oportunidade de fazer seus questionamentos e esclarecer dúvidas. Após essa discussão, os estudantes foram submetidos a uma avaliação individual sobre o tema soluções, contextualizando com a técnica de hidroponia.

### **Trabalho na horta hidropônica**

Após as atividades experimentais em sala de aula, os alunos foram conduzidos à horta hidropônica para realizar aferição do pH e da condutividade elétrica no processo de hidroponia. Na horta onde se realizou o estudo é cultivado a alface. A faixa ideal de pH está entre 5,5 e 6,5 e de condutividade entre  $1,30$  e  $1,60 \text{ mScm}^{-1}$ . Os estudantes foram instruídos para realizar a correção do pH adicionando-se hidróxido de potássio, se o pH estivesse abaixo de 5 e, quando acima de 6,5, realizar a correção adicionando-se ácido fosfórico. A importância do pH na solução nutritiva está em manter na solução todos os elementos disponíveis à planta. Caso o pH esteja acima de 6,5, certos nutrientes como o fósforo, o manganês e o ferro começariam a precipitar. Já em níveis menores que 5,5 o magnésio e o cálcio não estariam disponíveis para as plantas e prejuízos no sistema radicular poderiam ocorrer (SILVA et al, 2007).

O monitoramento do pH da solução que alimenta a horta hidropônica é muito importante para o sucesso no processo, visto que pH menores do que 3,5 causam a morte das plantas e acima de 6,5 reduzem a solubilidade dos macronutrientes (JAIGOBIND, 2007).

### **A avaliação: questões e respostas**

A avaliação contemplou cinco questões e foi aplicada para 32 estudantes. A 1ª questão foi baseada na identificação dos aparelhos utilizados nas medições, todos os alunos acertaram o nome de ambos aparelhos, mas somente 23 conseguiram descrever de forma adequada sua função. A 2ª questão abordou a técnica de preparo de soluções, na qual foi apresentada uma ilustração com o procedimento. Em relação à técnica empregada apenas 17 identificaram corretamente como “preparo de solução” e os demais escreveram apenas “solução”. No entanto, todos acertaram o nome do aparelho que se efetua as pesagens (balança). Ao serem questionados sobre o nome do solvente mais comum utilizado no preparo de soluções, todos acertaram. Apenas quatro estudantes não responderam qual sua função. Em relação aos materiais, os mais citados pelos estudantes foram o balão volumétrico, o béquer e a pipeta. Além desses materiais, dois alunos citaram também a espátula e o bastão de vidro. Nenhum aluno lembrou-se do vidro de relógio usado na pesagem do

sal. Mencionaram ainda o solvente e sua função. A 3ª questão abordava o conceito de solução concentrada e diluída. A maioria dos alunos acertou a questão, ou seja, identificaram corretamente a solução mais concentrada e a mais diluída, porém apenas 21 conseguiram justificar corretamente. A 4ª questão representava a diluição de uma solução hidropônica. Trinta alunos identificaram corretamente o soluto, dentre as justificativas um aluno escreveu “As bolinhas representam o soluto, porque normalmente o solvente é líquido”, outro aluno respondeu “As bolinhas representam o soluto e a água é o solvente, e quanto mais água é acrescentada a solução, melhor os sais serão dissolvidos”. Em relação às soluções concentradas e diluídas, 22 alunos acertaram e quanto à quantidade de soluto, 29 estudantes perceberam que ambas soluções possuíam a mesma quantidade de soluto, e que a solução foi diluída. Na 5ª questão, os estudantes deveriam ser capazes de relacionar à concentração da solução a condutividade elétrica. A solução mais concentrada foi relacionada à que apresentava maior condutividade elétrica por 23 alunos.

Como a avaliação foi aplicada para estudantes que já haviam estudado o tema soluções no 2º ano do Ensino Médio, esperava-se que tivessem maior familiaridade com o conteúdo. Percebemos que boa parte dos alunos tem dificuldade em aprender Química, não apenas a ciência em si, mas de fazer conexões com outras áreas do conhecimento. Essa dificuldade de compreensão por parte dos estudantes deve ser considerada pelo professor no planejamento das atividades de ensino.

Percebemos que as aulas experimentais desenvolvidas e o contato dos estudantes com a horta escolar podem contribuir para: i) engajamento, ii) valorização das ideias, iv) desenvolvimento de habilidades técnicas e a capacidade de argumentação dos estudantes e v) atitudes cooperativas para a busca de soluções alternativas para os problemas colocados.

O objetivo principal deste trabalho foi construir uma sequência didática com abordagem investigativa para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, tratando o tema “Soluções”, sob seus aspectos qualitativos e quantitativos, no preparo e em sua utilização na horta hidropônica. Como em um ensino por abordagem investigativa busca-se um problema que possibilite ao aluno o desenvolvimento da autonomia, da capacidade de tomar decisões e do desenvolvimento da capacidade de argumentação, fundamentou-se esse trabalho em ações voltadas para investigação, por meio de trabalhos teóricos e práticos. Percebeu-se um amplo envolvimento e participação dos estudantes. Mesmo a escola não possuindo um laboratório para execução de aulas práticas, foi possível desenvolver os experimentos em sala de aula e aplicar o conhecimento na horta hidropônica. Observou-se também, a importância de adaptar a sequência didática à realidade da escola e ao perfil dos alunos, pois cada escola possui suas especificidades e cada aluno comporta-se de maneira diferente em relação a uma atividade desenvolvida.

### **Considerações Finais**

Na investigação sobre o tema soluções, os alunos já haviam estudado o conteúdo e já compreendiam alguns conceitos químicos. Isso pode ser verificado na primeira aula na qual foram apresentados alguns conceitos fundamentais. No entanto, havia certa dificuldade na utilização de uma linguagem química para entendimento dos métodos e procedimentos experimentais para aplicação em diferentes contextos, como no processo de hidroponia.

O uso das imagens, na abertura do tema, foi importante para chamar a atenção dos alunos e estabelecer relações entre elas e o assunto abordado. As perguntas, além de despertar o interesse dos alunos, também permitiram verificar seus conhecimentos prévios e realizar o planejamento para as próximas aulas. Outro aspecto relevante observado no trabalho foi a habilidade dos alunos nas atividades experimentais (preparo de soluções e diluições), desde a compreensão dos cálculos de concentração até o manuseio das vidrarias e eficiência na execução das atividades. O fato de existir o projeto da horta hidropônica na escola, onde os alunos realizavam as medições e preparo das soluções nutritivas, podem ter contribuído para o entendimento de alguns conceitos.



Antes do início do trabalho, os alunos realizavam as medições de pH e condutividade, mas não compreendiam o significado desses parâmetros e a relação destes com a concentração das soluções nutritivas para o desenvolvimento da planta. Os estudantes também aprenderam a manusear corretamente os aparelhos (pHmetro e condutímetro), bem como entender sua função e a importância destes nas medições.

Por meio do exercício e da avaliação aplicados aos alunos, percebeu-se que a maioria compreendeu de forma satisfatória o tema abordado em todos seus aspectos e souberam se posicionar, argumentar e apresentar soluções perante os problemas indicados. Para os alunos que tiveram dificuldade na compreensão dos conceitos químicos, observou-se uma evolução em relação ao primeiro dia da sequência didática, por meio de diálogos, reflexões e participações dos estudantes. A cada aula, percebia-se que os alunos compreendiam a relação do ensino de soluções em suas atividades cotidianas, enfatizando a importância do conteúdo trabalhado no processo de hidroponia realizado na escola. Estabelecer estas relações contribuiu para um melhor aprendizado dos alunos, como afirmam Carmo e Marcondes (2008).

Uma limitação que percebemos em nosso estudo está relacionada à carga horária reduzida da disciplina de química e ausência de laboratório para realização de atividades experimentais. Seria interessante um período de tempo maior nas escolas para trabalhar o tema soluções, para que o aluno pudesse participar mais de discussões sobre o tema e evoluir em sua maneira de compreender os conceitos e os fenômenos. Todos os fatores mencionados devem ser considerados pelos professores no planejamento de suas atividades de ensino para não comprometer a aprendizagem dos alunos.

Por outro lado, o projeto de horta hidropônica na escola, foi recebido com sucesso pelos alunos e pela comunidade em geral. As alfaces produzidas na horta hidropônica foram comercializadas pelos alunos, na Feira Jovem Empreendedor realizada na escola, tendo o apoio do SEBRAE Minas. Aos domingos foram também comercializadas na feirinha realizada na praça em frente à escola. A renda foi investida na continuidade do projeto e materiais didáticos para escola. O projeto alcançou repercussão e a instituição recebeu visitas importantes para mostrar os resultados obtidos: i) grupo de professores de outras escolas e ii) uma emissora de TV que fez uma reportagem e entrevistou alguns alunos e a diretora da escola.

## Referências

- BACKES, F. A. A. L. et al. **Reposição de nutrientes em solução nutritiva para o cultivo hidropônico de alface.** Revista Ciência Rural, Santa Maria – RS, v. 34, n. 5, 2004.
- BARBOSA, N. V. S. **A horta escolar dinamizando o currículo da escola.** Caderno que compõe o material didático do Projeto Educando com Horta Escolar, realizado pelo FNDE do Ministério da Educação em parceria com a FAO. Brasília- DF, 2008.
- BRACCINI, M. C. L et al. **Critérios para renovação ou manutenção de solução nutritiva em cultivo hidropônico.** Seminário: Ci. Agronomia, Londrina, v. 20. n.1, p. 48-58, Março, 1999.
- BRANDÃO, G. K. L. **Horta escolar como espaço didático para a educação em ciências.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza- CE, 2012.
- CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. **Abordando Soluções em Sala de Aula.** Química Nova na escola, n. 28, 2008.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de seqüências de ensino investigativas.** In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 1. p. 1-20.

COELHO, D. E. P; BÓGUS, C. M. **Vivências de plantar e comer: a horta escolar como prática educativa, sob a perspectiva dos educadores.** Revista Saúde Soc. São Paulo, v. 25, n. 3, p.761-771, 2016.

COMETT, N. N. et al. **Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico-sistema NFT.** Revista Brasileira de Horticultura. 2008.

ECHEVERRIA, A. R. **Dimensão empírico-teórica no processo de ensino aprendizagem do conceito soluções no Ensino Médio.** Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1993.

FERNANDES, M. C. A. **A Horta Escolar como Eixo Gerador de Dinâmicas Comunitárias, Educação Ambiental e Alimentação Saudável e Sustentável.** Projeto TCP, 2005.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. **Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas.** Ensaio, v. 19, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v19/1983-2117-epec-19-e2658.pdf> Acesso em 07 de janeiro de 2018.

GAMA, M. S. et al. **De Svante Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez.** Química Nova, v. 30, n. 1, 2007.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa.** Química Nova na Escola, v. 31, n. 3, 2009.

HUETT, D. O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hidroponic lettuce in response to electrical conductivity an K:Ca ratio in solution. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 45, p. 251-267, 1994.

JAIGOBIND, A. G. A et al. **Hidroponia – Dossiê técnico.** Abril, 2007. Disponível em: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Njc=>. Acesso em 01 de dezembro de 2017.

MARTINEZ, H.E.P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa.** Viçosa: UFV, 2002. 61p. Caderno Didático, n.1.

MORGADO, F.S e SANTOS, M. A. A. **A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis.** 2006. 45p. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NETO, E. B. **Hidroponia.** Cadernos do Semi-árido – Riquezas e oportunidades. 2016. Disponível em: <http://www.creape.org.br/portal/wp-content/uploads/2016/11/Caderno-6.pdf>. Acesso em 07 de janeiro de 2018.

NIEZER, Tania Mara. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).** Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa, 2012.

PERUZZO, F. M. et al. **Química na abordagem do cotidiano.** 4ª edição- São Paulo, Editora Moderna, 2010.

SANTOS, W. L. P. et al. **Química e Sociedade**: volume único, ensino médio, Nova Geração, São Paulo, 2005.

SILVA, D. F. et al. **Manual pratico de horticultura hidropônica para cultivar hortaliças em área urbana e periurbana**. Terezina - PI, 2007.

SILVA, V. A.; SOARES, M. H. F. B. **Conhecimento Prévio, Caráter Histórico e Conceitos Científicos: O Ensino de Química a Partir de Uma Abordagem Colaborativa da Aprendizagem**. Química Nova na Escola, v. 35, n. 3, p. 209-219, 2013.

SUART, R. C. et al. **A estratégia “laboratório aberto” para a construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas**. Química Nova na escola, v. 32, n. 3, 2010.

TORRES, G. I. O. P. S. **Solução nutritiva: avaliação da reposição de macronutrientes no cultivo hidropônico de alface**. Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém- PA, 2009. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp123600.pdf>. Acesso em 07 de janeiro de 2018.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, set-dez, 2011.