

4 UM ESTUDO INTERDISCIPLINAR DE ASPECTOS DO SISTEMA SOLO/ PLANTA A PARTIR DE UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

AN INTERDISCIPLINARY STUDY ON PLANT/ SOIL SYSTEM THROUGH AN INVESTIGATIVE APPROACH IN TEACHING CHEMISTRY

Marta da Silva¹

RESUMO: o objetivo deste trabalho foi o de envolver os alunos em atividades interdisciplinares grupais e tendo a escuta e a observação da professora como pontos fundamentais no planejamento inicial da pesquisa. Os alunos levantaram hipóteses, planejaram soluções e experimentos. Também foram avaliadas as aprendizagens adquiridas por estudantes de uma turma do 1º ano do Ensino Médio a partir de atividades experimentais investigativas sobre aspectos do sistema solo/planta, o que resultou no desenvolvimento de habilidades cognitivas. A coleta de dados foi realizada em três momentos: questionário prévio, atividade experimental investigativa (nível 1), que abordou a condutividade de materiais e a atividade experimental investigativa (nível 2) que abordou o sistema solo/planta a partir do desenvolvimento do cultivo das espécies: rabanete e rúcula. Os conceitos interdisciplinares abordados foram: solubilidade, composição dos solos, espécies químicas e íons. Para avaliar as atividades quantitativas e qualitativas experimentais foram criadas as categorias baseadas nos questionários e no diário de bordo dos grupos dos alunos. Tal atitude proporcionou aos alunos a contextualização de conceitos químicos e assim, foi possível observar o entrelaçamento interdisciplinar das disciplinas da área do conhecimento das ciências da natureza.

Palavras-chave: Atividades interdisciplinares. Sistema solo/planta. Ciências da Natureza.

ABSTRACT: the main objective of this work was to involve the students in group work interdisciplinary activities where the teacher's listening and observation were fundamental at the initial planning of the activities. The students raised hypotheses, planned solutions and experiments that could corroborate with their hypotheses. It was also evaluated the learning acquired by students from the 1st year of a High School class coming from experimental research activities on aspects of the plant soil system which resulted in the development of cognitive skills. Data collection was carried out in three moments:

¹**MARTA DA SILVA:** Mestre em Ensino de Química, realizado na Universidade Federal de São Carlos e defendido em 2012, com a pesquisa: Um estudo de aspectos do sistema solo planta a partir de uma abordagem investigativa no Ensino de Química. Sou professora de cursos de graduação na instituição pública Faculdade de Tecnologia Jacareí e na Universidade Estácio, onde possui um grupo de pesquisa sobre a produção de carvão ativo a partir de fibras sustentáveis, para remoção de metais pesados, é ainda professora da Escola técnica Estadual Getúlio Vargas, onde leciono, desde 2000, a disciplina de química ambiental envolvendo a interdisciplinaridade. **Contato:** marta.cesu@gmail.com

previous questionnaire, experimental research activity (level 1), which addressed material conductivity and experimental investigative activity (level 2) which

approached the soil plant system through the development of radish and argula cultivation. The interdisciplinary concepts approached were: solubility, soil composition, chemical species and ions. Also, in order to evaluate the quantitative and qualitative experimental activities associated, categories were created based on the students' questionnaires and logbooks. Such an attitude provided students with the contextualization of chemical concepts and so, it could be possible to observe the interlacing of the interdisciplinary disciplines in the field of the natural sciences.

Keywords: Interdisciplinary activities. Plant soil system. Natural Sciences.

1 INTRODUÇÃO

Minha vida profissional docente em química iniciou-se no ano de 2000, na Escola Estadual Alberto Conte, localizada na região sul de São Paulo. As primeiras aulas ministradas foram direcionadas aos alunos do ensino médio.

Durante os anos que permaneci nesta escola, percebi que os alunos estudavam química apenas para a aprovação no final do ano letivo. Esse fato afligiu-me, pois o meu objetivo era compartilhar e transmitir efetivamente meu conhecimento. Devido esta constatação, planejei uma feira de ciência com o intuito de tornar o aluno protagonista das atividades e envolvendo a interdisciplinaridade prática. Organizados em grupo, os alunos foram orientados a leitura de um livro que abordava a: química e aparência. Após discussão, foi solicitado aos grupos à preparação de um determinado produto (perfumes, sabonetes, produtos de limpeza, extração de corantes, etc.). Foram discutidos os conceitos sobre a tensão superficial da água e o uso de tensoativos.

No decorrer do processo, ao longo da experimentação e efetivamente na apresentação dos resultados, verifiquei o entusiasmo, o envolvimento e senso de dever cumprido dos alunos e das famílias que foram à apresentação na feira da escola. Observei que esta atitude vai ao encontro com proposição de Freire (2005, p.6) em que: “é no ensino dialético onde a escola pode deixar de ser um campo de reprodução para ser agente de transformação”.

O que se propôs naquela atividade fora ensinar química por meio da experimentação, de modo que o aluno:

- Contextualizasse um tema relacionando ao cotidiano com os conceitos de química e que extrapolasse para outras áreas.
- Descrevesse a interdisciplinaridade na prática entre os conhecimentos das áreas do saber da biologia e da química.
- Escutasse, observasse, discutisse e participasse das atividades propostas.

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

As atividades interdisciplinares apresentadas na feira tiveram uma repercussão na escola que perdurou algumas semanas, pois em cada sala que eu entrava para dar aula, os alunos falavam que queriam ter aulas no laboratório e assim, pude perceber que trabalhar com experimentos era algo estimulante para os alunos. Estas e outras experiências em sala me levaram a investigar e desenvolver uma proposta sobre as atividades experimentais investigativas, associadas a um tema gerador no ensino médio envolvendo a interdisciplinaridade prática que Fazenda, Tavares e Godoy (2015, p.12) definem como:

A interdisciplinaridade prática nos anima a uma pesquisa do cotidiano, com todos os seus entraves e em toda a sua polissemia. Torna o familiar estranho, tarefa das mais complexas a que a pesquisa interdisciplinar nos convida.

Diante da satisfação obtida nas atividades do cotidiano realizadas com os alunos participantes da feira e com base no proposto por Hodson (1988) comecei a me aprofundar sobre a introdução de atividades investigativas no ensino de química. Encontrei em Carvalho (1999), o embasamento teórico que tratava do papel das atividades investigativas na construção do conhecimento:

Uma atividade investigativa é sem dúvida, uma estratégia importante no ensino de física e de ciências em geral e que é preciso que sejam realizadas diferentes atividades, que devem ser acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo resolução de problemas e levando à introdução de conceitos para que os alunos possam construir seu conhecimento (CARVALHO, *et al.* 2005).

Carvalho *et al.* (2005) destacam que essa ferramenta é uma estratégia que deve ser planejada pelo professor por meio de uma situação problema fundamentada na ação do aluno. Nesse sentido, entendo que a disciplina de química deve ser explorada e estruturada sobre esse tripé e de forma a inter-relacionar o conceito teórico e o interdisciplinar conforme esquema abaixo (Figura 1):

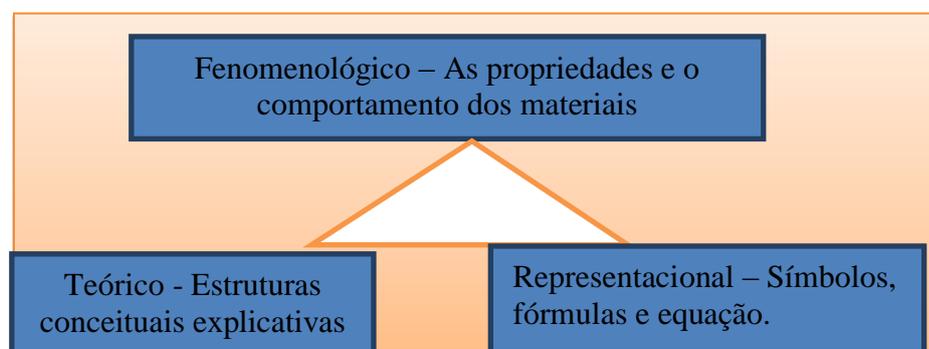


Figura 1: Aspectos do conhecimento químico (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Analisando esse tripé e os aspectos do conhecimento químico, a escolha do que ensinar deve embasar-se em temas que despertem interesse da comunidade escolar, que sejam relevantes para a vida do aluno, que permitam a compreensão do mundo físico, social, político e econômico, organizando o ensino a partir de fatos mensuráveis e perceptíveis, para que os alunos passem a entender as informações e os problemas e logo possam agir. Dessa forma, fazê-los desenvolver a capacidade de questionar os processos, selecionar e identificar variáveis relevantes em um experimento, tornando uma aprendizagem mais significativa e interdisciplinar envolvendo o nosso cotidiano. Assim, para Fazenda (2003) a interdisciplinaridade se revela mais como processo que produto, ou seja, corresponde ao ato de construir pontes entre as diferentes disciplinas, permitindo que o conhecimento produzido ultrapasse os limites disciplinares e destaca a compreensão da interdisciplinaridade numa categoria de ação, diferenciando-a das disciplinas, que estariam na categoria de conhecimento.

Nesse sentido esta pesquisa visou propor atividades investigativas utilizando os níveis de categorizações dos autores: Tamir (*in* WOOLNOUGH, 1991) e Pella (1961) a partir do estudo dos aspectos do sistema solo planta envolvendo as disciplinas de biologia e química. Esse tema foi elaborado, visto que os alunos não sabiam responder, de maneira satisfatória, qual era a composição do solo de diferentes locais e regiões. Observou-se as dificuldades de identificação e diferenciação desta composição, provavelmente devido os alunos residirem em uma região urbana como São Paulo, e pelo fato do assunto ser pouco difundido, inclusive, em livros didáticos de química. Nessa perspectiva, um esquema da sequência do estudo para este trabalho foi proposto conforme figura 2:

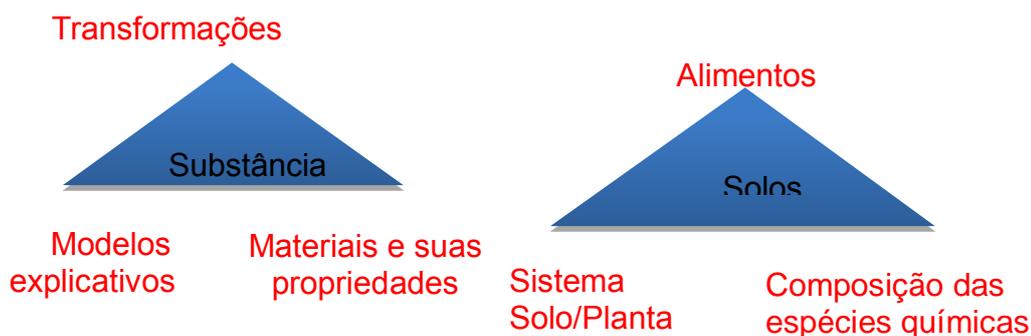


Figura 2: Modelo explicativo adaptado (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

De acordo, com os autores: Mortiner, Machado e Romanelli (2000) e Proposta Curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2009), a escolha do tema foi embasada no tripé que define os focos de interesse do ensino de química e assim, justifica-se a importância de contextualizar os conceitos, as representações químicas (símbolo, espécies químicas, fórmulas e ligação química), utilizando o tema sistema solo planta nessa pesquisa.

O docente deve repensar a importância do ensino de química, cujo objetivo é fazer com que os alunos consigam pensar e agir de forma diferente sobre o mundo em

que vivemos. Alguns autores apresentam considerações sobre essa questão, entre eles Driver *et al* (1999, p. 31), que explicam:

Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar conhecimento dos jovens sobre fenômenos – uma prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza – nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos, através de eventos discrepantes. Aprender ciências requer que as crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e explicá-lo.

Fica claro, como os autores Mortimere e Machado (1996) enfatizam o ensino pelo construtivismo, no qual o aluno aprende pela reflexão, conseguindo agir de modo diferente no final do processo. Essa argumentação nos remete a pensar em uma prática de ensino que valorize a experimentação nas aulas, pois a química é uma ciência que estuda as transformações químicas e suas evidências.

Em 1999 o Ministério da Educação e Cultura (MEC) lançou os Parâmetros Curriculares Nacionais- PCN (BRASIL, 1999), um documento oficial que sugere orientações gerais sobre o ensino da educação básica, defendendo a qualidade, com a inclusão de metodologias mais significativas para o aprendizado dos alunos e essas orientações levam a refletir sobre o caminho metodológico aplicar no cotidiano do ensino de ciências.

Nessa perspectiva, as autoras Fazenda, Tavares e Godoy (2015, p 23):

A interdisciplinaridade cria possibilidades de reconstituir a totalidade pela relação entre os diversos conceitos, a partir de distintos recortes da realidade, dos diversos campos das ciências, possibilitando a compreensão das razões dos seus significados.

As autoras acima destacam a importância sobre repensarmos sobre a nossa prática de ensino e extrapolar a aprendizagem para o nosso aluno e torná-la mais significativa e de acordo, com todas essas preocupações sobre o que ensinar, avaliar a aprendizagem dos alunos, esta pesquisa partiu da seguinte problemática:

Problema: Quais as aprendizagens adquiridas por estudantes de uma turma do 1ª ano do Ensino Médio através de atividades investigativas sobre aspectos do sistema solo planta?

Objetivos:

- Propor, realizar e avaliar as aprendizagens adquiridas por estudantes de uma turma de 1ª ano do Ensino Médio, a partir da aplicação e desenvolvimento de atividades experimentais investigativas sobre aspectos do sistema solo planta.

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

- Desenvolver atividades experimentais com características de abordagem investigativas e conceitos do sistema solo planta, com estudantes do 1ª ano do Ensino Médio de uma escola técnica, localizada em São Paulo, SP.
- Analisar as respostas dos alunos, relacionando-as à aquisição de novos conhecimentos, após as atividades experimentais.

Método, coleta e análise da pesquisa

Esta pesquisa teve caráter qualitativo porque permitiu verificar o ensino e a aprendizagem dos alunos e possibilitou ao pesquisador categorizar, observar, escutar, criar questionários, descrever e investigar as respostas dos alunos durante as atividades interdisciplinares experimentais e investigativas proposta (LÜDKE; ANDRE, 1986). Teve ajustes quantitativos e contou com a participação dos alunos do 1ºB do ensino médio da Escola Técnica Estadual Takashi Morita, na qual tivemos 40 alunos participantes, com idade de 15 a 16 anos e toda a pesquisa se deu na sala de aula, no laboratório e também nas dependências interna e externa do jardim da escola, no período do 1º semestre de 2010.

Nesta pesquisa, os instrumentos de coleta de dados utilizados foram:

- Questionário – Aplicado no início do estudo com o objetivo de investigar as concepções prévias dos alunos sobre os conceitos de Química de interesse, utilizando uma linguagem simples e direta, como defendem as autoras: Fazenda, Tavares e Godoy (2015).
- Atividade experimental investigativa nível 1.
- Atividade experimental investigativa nível 2.
- Diário de bordo - Construído ao longo do trabalho pelos alunos e que tinha como objetivo investigar como os conceitos de Química e Biologia são incorporados ao discurso dos estudantes.

A metodologia foi dividida em duas etapas:

1ª – O preparo do Curso: escolhido o 1º ano do ensino médio grade B. Apresentado o tema gerador interdisciplinar para as atividades investigativas acerca do sistema solo planta.

2ª – Realização do Curso: separado os grupos, foi realizado leituras de material didático das disciplinas de química e biologia, para direcionamento das atividades do projeto, tais como: a formação e a composição dos diferentes tipos de solos, fertilidade dos solos, a formação das espécies químicas iônicas para o desenvolvimento das plantas e como os nutrientes são utilizados pelas plantas, representação com símbolos, fórmulas e equações químicas, relacionar a teoria com a prática.

Objetivou-se tirar o aluno da postura passiva, colocando-o frente às situações problemas. Após apresentação do tema, aplicou-se um questionário com três perguntas sobre solos, de maneira a diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos sobre o mesmo.

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

Assim a pesquisa apresentou as seguintes etapas:

- Inicialmente foi feita uma aula introdutória abordando assunto Solo e composições do solo.
- Em um segundo momento foi realizado questionários para verificar conhecimento prévio dos alunos.
- No terceiro momento ocorreu uma intervenção didática, planejada, levando em consideração os resultados do questionário prévio aplicado no segundo estágio. Porque como se trata de uma abordagem investigativa, da qual os alunos não estão familiarizados, no ensino de química, fez-se necessário discutir o texto Solo Nosso Meio Terrestre.
- Por fim da leitura do texto, houve a proposta destinada aos alunos para realização do primeiro experimento com categorização de nível 0, conforme Tamir (*in* WOOLNOUGH, 1991) sobre a verificação da condutibilidade elétrica dos solos, para aproximar os alunos do tema proposto a esta metodologia. Essa fase foi de fundamental importância para a professora discutir com os alunos sobre a composição dos solos, que possui espécies químicas minerais e orgânicas, que se sabe que a parte líquida do solo, ou seja, a água existente do solo dissolve os minerais solúveis e desta forma, torna-se disponível para as plantas.

Esta fase foi fundamental para a professora, pois houve a preocupação com a proposta da situação problema, de acordo com Pella (1961), com categorização de nível 1. A intervenção foi planejada considerando, também, as possíveis mudanças do conceito aprendido pelo aluno, estabelecendo assim uma mudança representacional, do primeiro estágio até o terceiro. Procurou-se fornecer subsídios para que alunos pudessem reestruturar suas considerações iniciais, a partir do contato com a proposta investigativa. O resultado deste processo veio ao encontro com a abordagem de Marcondes (2008) em que os estudantes têm a oportunidade de construir o conhecimento e criar significado sobre uma ideia, para explicar suas experiências, em termos de habilidades e competências. Assim adquirir mais conceitos para resolução de problemas e torná-lo mais significativo.

Já abordagem investigativa implica em, entre outros aspectos, planejar investigações, usar montagens experimentais para coletar dados seguidos de respectiva interpretação e análise, além de comunicar os resultados.

Desta forma este planejamento ou sequência didática foi elaborada com caráter a privilegiar o envolvimento dos alunos nas seguintes etapas propostas, conforme Quadro 1 abaixo.

Munforde e Lima (2007) afirmam que atividades investigativas sobressaem-se pela proposta da pesquisa, na coordenação entre teoria e dados; na influência da teoria nos métodos; na natureza do raciocínio e na construção social do conhecimento e que elas devem partir de um problema que desencadeie debates e discussões, propiciando a construção de argumentos que mobilizem os alunos em relação ao investigado e que propicie compartilhar resultados com os demais estudantes, além de utilizá-los em outras situações.

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

Quadro 1: planejamento metodológico.

ETAPAS		SEQUÊNCIA DIDÁTICA	CONTEÚDOS	METODOLOGIA
1	1 aula	50 minutos	Apresentação e objetivos da pesquisa	Aula expositiva e dialogada.
2	1 aula	50 minutos	Discussão dos conceitos químicos e abordagem sobre solos, composição dos solos.	Aplicação de questionário com três perguntas, para verificar o conhecimento prévio dos alunos. Apresentado texto informativo acerca dos componentes químicos encontrados no solo.
3	2 aulas	100 minutos	Atividade experimental investigativo nível 1. Como a condutibilidade elétrica de uma mistura de solo pode ser medida?	Os alunos em grupo receberam a situação problema e o procedimento experimental. Na sequência montaram o equipamento utilizando normas de segurança. Assim mediram 6 amostras de diferentes solos e outras misturas. Essa atividade pode ser considerada como fase de adaptação.
4	Extra classe	500 minutos	Atividade experimental investigativo nível 2. Você vai desenvolver um cultivo de rúcula e rabanete em diversos tipos de solo. O aluno recebe as seguintes situações problemas: 1. As Hortaliças Rúcula e Rabanete se desenvolvem em diferentes tipos de solos? 2. A distância e a profundidade entre uma muda e outra, favorece o plantio? 3. As hortaliças podem se desenvolver em que faixa de pH? 4. As hortaliças precisam de determinados nutrientes e na ausência dos mesmos traz implicações graves no crescimento? Pesquise como corrigir o pH e como melhorar a disponibilidade de nutrientes nos solos em cultivos de Rúcula e Rabanete.	Os alunos em grupo receberam a situação problema e assim discutiram o levantamento de hipótese, um plano de trabalho, coleta de dados, discutiram os dados e concluíram o desenvolvimento do cultivo das hortaliças: rabanete e rúcula.
5	2 aulas	100 minutos	Leitura e contextualização de texto: Sistema solo-planta (nutrição vegetal, espécies químicas consideradas macro nutrientes e micronutrientes e representações químicas).	Aula expositiva com data show para discutir os conceitos e as técnicas desenvolvidas ao longo e durante o desenvolvimento das atividades investigativas.
6	2 aulas	100 minutos	Apresentação à atividade investigativa do desenvolvimento das hortaliças	Os alunos em grupo apresentaram os procedimentos experimentais, as respostas das situações problemas e a apresentação dos resultados.

Fonte: Silva, 2012.

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

De acordo com o quadro 1, foram utilizadas 18 aulas para execução da sequência didática, em que 10 aulas foram consideradas extraclases, ou seja, foi criado um horário especial, para dar continuidade ao projeto que contou com a participação dos 40 alunos e também do apoio dos pais. O envolvimento dos pais na atividade foi no sentido de incentivar os filhos nos cultivos, compartilhando com eles conhecimentos adquiridos pela cultura local.

Para investigar as concepções prévias dos alunos, foi aplicado um questionário com três questões simples e diretas, como: o que você observa em uma amostra de solo? O que você pensa que tem no solo? Você possui jardim (área verde) em sua casa ou no condomínio? Com o objetivo de: descrever a composição do solo (camadas, que oferecem nutrientes inorgânicos, água e que também colabora com a sustentação a planta); aprender os nutrientes essenciais presentes nas plantas e relacioná-los com o crescimento e desenvolvimento delas e saber se aluno já teve contato com a terra, ou seja, com o meio ambiente.

No **planejamento da atividade experimental investigativa nível 1**, os alunos discutiam se: os solos possuem condutibilidade elétrica? Como você verificaria a condutibilidade de um dado solo?

Esta a atividade foi planejada após a pesquisadora ter escutado, observado e discutido o resultado do questionário prévio, pois o objetivo dessa atividade foi aproximar os alunos dos conceitos sobre as espécies químicas e biológicas do solo e das plantas e de suas representações, do tema proposto e da experimentação, em que os mesmos foram investigar se as diversas misturas de solo no estado sólido e no estado aquoso possuíam condutibilidade elétrica.

Fazenda (2015, p.100) enfatiza que:

A escuta pode significar troca e retorno. É na virtude de escutar que se obtêm crescimento e transformação. O pesquisador interdisciplinar precisa estar com ouvidos antenados para obter a maior quantidade possível de informações e de críticas que possam trazer retornos significativos para sua investigação.

Nesta fase os alunos tiveram momentos em que puderam manifestar suas ideias e opiniões, estimulando a curiosidade e a atividade foi planejada em três momentos:

1º Momento – Formação de 8 grupos.

2º Momento – Leitura e contextualização do texto: Solos: o nosso meio terrestre.

3º Momento – Situação problema e discussões.

4º Momento - Para os alunos buscarem as respostas à questão, a professora solicitou aos alunos a realização da experiência – Testar, observar e comparar o grau de condutibilidade elétrica de diversos materiais, incluindo a água, solos e hortaliças.

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

Durante a atividade os alunos em grupo, discutiram e realizaram observações obtidas da experimentação e, posteriormente, preencheram o quadro 2, sobre as misturas que realizaram os dados.

Quadro 2: Misturas a serem observadas.

Misturas	Lâmpada 2,5 W e 10 W		Realização e Observação do experimento.
	CONDUZ	NÃO CONDUZ	
Água destilada			
Água destilada + cloreto de sódio			
Água destilada + Solo			
Água + rúcula			
Água + rabanete			
Água + banana			

Fonte: Silva, 2017.

Na abordagem investigativa de nível 2, o professor colocou os alunos frente a situações-problema, favorecendo a construção de conhecimento e melhorando assim o nível cognitivo dos alunos (FERREIRA; HARTWING; OLIVEIRA, 2010). Assim, nessa perspectiva, os alunos receberam as seguintes situações problemas:

1. As Hortaliças rúcula e rabanete se desenvolvem em diferentes tipos de solos?
2. À distância e a profundidade entre uma muda e outra, favorece o plantio?
3. As hortaliças podem se desenvolver em que faixa de pH?
4. As hortaliças precisam de determinados nutrientes e na ausência dos mesmos traz implicações graves no crescimento?
5. Pesquise como corrigir o pH e melhorar a disponibilidade de nutrientes nos solos em cultivos de rúcula e rabanete.

Neste momento a professora explicou aos alunos que os mesmos iriam desenvolver um plantio das espécies de hortaliças rabanete e rúcula, para que eles pudessem responder as questões propostas.

Esta atividade está pautada na metodologia proposta por Pella (1961) e Tamir (*in* WOOLNOUGH, 1991) em que os alunos devem receber a situação problema, levantar hipóteses, preparar um plano de trabalho, coleta de dados, discussão dos dados e conclusão.

Em toda a sequência fez-se necessário ensinar, por meio de aulas expositivas e dialogadas os conceitos relacionados ao tema sistema solo planta e aproximar os estudantes das aulas, para discutir sobre as espécies químicas (elementos químicos), representações (símbolo químico), formação de íons (dissociação química e a forma de como a planta absorvem os macronutrientes e micronutrientes).

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

Desta forma, contextualizou-se o estudo da nutrição mineral e do crescimento das plantas que envolvem a caracterização de elementos minerais essenciais. Na natureza, estão à disposição para as plantas, quase todos os elementos químicos da tabela periódica e na sequência houve o estudo das representações químicas e a forma que as espécies químicas ficam disponíveis para as plantas e pode também explicar quais são os elementos químicos considerados macronutrientes e micronutrientes, por meio do quadro 3.

Quadro 3: elementos químicos e forma disponível de nutrientes.

ELEMENTO	SÍMBOLO QUÍMICO	FORMA DISPONÍVEL PARA AS PLANTAS	MASSA ATÔMICA
MICRONUTRIENTES			
Molibdênio	Mo	MoO_4^{2-}	95,95
Níquel	Ni	Ni^{2+}	58,71
Cobre	Cu	Cu^+ , Cu^{2+}	63,54
Zinco	Zn	Zn^{2+}	65,38
Manganês	Mn	Mn^{2+}	54,94
Boro	B	BO_3^{3-}	10,82
Ferro	Fe	Fe^{3+} , Fe^{2+}	55,85
Cloro	Cl	Cl^-	35,46
MACRONUTRIENTES			
Enxofre	S	SO_4^{2-}	32,02
Fósforo	P	PO_4^{3-}	30,98
Magnésio	Mg	Mg^{2+}	24,32
Cálcio	Ca	Ca^{2+}	40,08
Potássio	K	K^+	39,1
Nitrogênio	N	N^{3-}	14,01
Oxigênio	O	O^{2-}	16
Carbono	C	C^{4-}	12,01
Hidrogênio	H	H^+	1,01

Fonte: Raven, 2004.

Pode-se denominar Diário de Bordo a um instrumento pedagógico no qual o aluno registra as ideias discutidas ao longo do projeto.

Ao longo das atividades propostas nesta pesquisa, além das orientações ministradas aos discentes, verificou-se simultaneamente os relatos oral e os registros dos grupos ao longo das atividades por meio do Diário de Bordo.

As atividades foram registradas ao longo de todo o trabalho, trazendo as anotações, rascunhos, e qualquer ideia surgida no decorrer do desenvolvimento do projeto.

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

O Diário foi um instrumento importante para o acompanhamento do projeto investigativo, pois ele fomentou as análises em três momentos:

- 1º Momento: Levantamento de hipóteses da situação problema.
- 2º Momento: Plano de trabalho - materiais, germinação, a pesquisa sobre como adubar o plantio e qual o pH ideal para o desenvolvimento do plantio.
- 3º Momento: Intervenção após germinação (correção do pH, troca de solos, profundidade, irrigação).

2 DISCUSSÃO DOS DADOS

A análise e discussões dos resultados desta atividade envolveram todos os 40 alunos, do ensino médio, que responderam individualmente a um pré-teste, com 3 questões já informadas anteriormente, sem a utilização de nenhum instrumento de observação do solo, para que não tivessem influência nas respostas.

A leitura e análise das respostas destes questionários foram feitas sem a preocupação de que as respostas estivessem certas ou erradas, pois o objetivo foi o de conhecer e identificar o que os alunos já sabiam sobre a composição dos solos, nutrientes essenciais presentes no solo e nas plantas.

No segundo momento, os dados e discussão foram coletados por meio dos oito grupos de alunos e dessa forma, o trabalho em grupo proporcionou uma maior participação e envolvimento dos alunos nas atividades propostas.

Na Questão 1 – **O que você observa em uma amostra de solo?** Os alunos descreveram de modo macroscópico o que entendia por solo e planta, respectivamente e sumariamente terra e plantas. Também foi possível observar nas respostas desta questão elementos comuns da cidade, como por exemplo, o asfalto.

Na questão 2 - **O que você pensa que tem no solo?** Percebeu-se que os alunos conseguiram relacionar o solo de forma a perceber que existiam nutrientes diversos. A questão estava relacionada com a observação microscópica do solo, e assim dezessete alunos citaram que existem nutrientes e eles mencionaram também diferentes palavras, para relacionar seu conhecimento prévio do que era importante para planta e o solo, como por exemplo, fertilizantes, sais minerais e matéria orgânica e deste modo foram formadas oito categorias.

Na questão 3 - **Você tem o hábito de manusear o jardim ou a área verde do local em que mora?** Verificou se o aluno já tinha contato com a terra ou área verde, ou seja, com o meio ambiente e assim 17 % responderam que tinham algum contato com jardins ou áreas verdes.

De acordo com as categorias tabuladas foi possível verificar quais foram as ideias iniciais dos alunos, em relação ao sistema solo, e assim, pode-se preparar e planejar as atividades experimentais investigativas propostas nesta pesquisa, de acordo como salienta Pozo *et al* (1998) que os conhecimentos prévios são estruturas pessoais de alunos da importância de relacionar os novos conhecimentos, que devemos adquirir, com os que já temos, ou seja, os conhecimentos prévios.

Atividade de Nível 1 - Utilizando a condutibilidade elétrica para estudar misturas

Houve a necessidade de se elaborar uma fase inicial, para que os alunos se adaptassem com o mesmo. Iniciou-se então com algumas discussões, técnicas e procedimentos que são usados em um laboratório de química, como a utilização de vidrarias e reagentes, entre elas a montagem de um sistema de filtração, dissolução de substâncias, como cloreto de sódio, sacarose, hortaliças e frutas (banana, rabanete, rúcula, maçã), diversos solos e o uso de um dispositivo elétrico.

Alguns autores destacam que antes de um aluno entrar em um laboratório de química, o mesmo deve ter uma preparação teórica (HODSON, 1994; GIL-PEREZ, 1996; CASTRO VALDÉS; GIL PEREZ, VALDÉS CASTRO, 1996) e salientam que em uma abordagem investigativa o aluno passa a ter um papel fundamental na construção do conhecimento, pois eles serão responsáveis em propor, levantar e testar hipóteses e principalmente tomar decisões a respeito da situação problema que vão receber do professor, mas para isso, o aluno precisa estar embasado e dispor de conhecimentos e técnicas utilizadas no experimento.

Assim, foi planejada a atividade sobre condutibilidade elétrica em solução aquosa e no estado sólido, cujo objetivo, foi estudar a presença de íons que se movimentam livremente na solução e por isso foi solicitado aos alunos que fizessem as medidas em diversos materiais e inclusive a condutibilidade dos solos no estado sólido e líquido.

A professora iniciou a aula discutindo o tema: solos. Para isso, a professora utilizou um texto solos: o nosso meio terrestre (BRAGA, 2002). Antes de iniciar a atividade experimental no laboratório a professora colocou os alunos frente a seguinte situação-problema: **os solos possuem condutibilidade elétrica? Como você verificaria a condutibilidade de uma mistura contendo solo?**

Quadro 4: Justificativa dada pelos alunos que responderam NÃO.

Citações dos alunos	Nº de alunos
Porque o solo não possui nem carga + nem -	2
Não são bons condutores	7
O solo é muito sólido, como a rocha	1
Porque quando cai um raio ele dissipa no solo	2
Poderíamos levar choques toda hora	2

Fonte: Silva, 2012

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

Quadro 5: justificativa dada pelos alunos que responderam SIM.

Citações dos alunos	Nº de alunos
São bons condutores, por possuir metais.	6
Conduz, porque o solo absorve a energia do Sol e produz corrente elétrica.	8
Quando o solo estiver úmido conduz eletricidade.	2
Porque no solo são encontrados nutrientes, como resto de alimentos, sais minerais e água.	3
O solo apresenta cargas elétricas, quando cai um raio ele dissipa no solo.	3
O Solo além de apresentar íons também apresenta água e essa combinação se torna possível à condução elétrica.	1

Fonte: Silva, 2012.

Pode-se verificar que a grande maioria dos alunos relacionou a condutibilidade elétrica com cargas, raios e energia solar e trazem consigo a presença de cargas elétricas.

Após responderem a questão, a professora criou um segundo momento, em que os alunos foram convidados a buscar a resposta de como medir a condutibilidade de diversas substâncias e misturas.

Quadro 6: testar a condutibilidade de diversos materiais.

Material testado	Lâmpada 2,5 W e 10 W		Realização e Observação do experimento.
	CONDUZ	NÃO CONDUZ	
Água destilada			
Água destilada + cloreto de sódio			
Água destilada + Solo			
Água + rúcula			
Água + rabanete			
Água + banana			

Fonte: Silva, 2012.

Para a realização deste experimento, os alunos utilizaram um dispositivo constituído de um circuito interrompido entre eletrodos (um circuito aberto). Assim, para que a lâmpada acenda, deve haver entre os eletrodos um material capaz de conduzir corrente elétrica, fechando, assim o circuito.



Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

Figura 3: dispositivo elétrico artesanal (SILVA, 2012).

Para a utilização do dispositivo os alunos receberam e discutiram normas de segurança e para trabalhar com o mesmo e no laboratório.

Os alunos foram orientados, para não tocarem nos dois eletrodos simultaneamente, quando o dispositivo de teste estivesse ligado à tomada, pois o aparelho para medir a condutibilidade disponível havia sido ligado na tomada e assim recomendou-se que ao limpar os eletrodos, o dispositivo fosse desligado da tomada durante os testes, e que durante os testes, mantivessem os eletrodos sempre em paralelo e imersos até a mesma altura das soluções a serem testadas.

Dando sequência a atividade, os alunos receberam as amostras, e após levantamento de hipóteses, os alunos tiveram que testar observar e anotar os resultados das diferentes etapas, utilizando a seguinte representação: (-) não acende; (+) luz fraca; (++) luz média; (+++) luz forte. Levantamento de hipóteses dos alunos, antes da experiência e após experiência sobre o teste de condutibilidade das misturas propostas abaixo no quadro 7.

Quadro 7: tabulação da análise da atividade experimental investigativa: condutibilidade.

Grupos	Misturas	Hipóteses realizadas antes da experiência	Realização do experimento	Conclusão, após experiência.
Grupo 1	Água Destilada	Não conduz	Só acendeu a lâmpada de neon.	Água possui pouca condutibilidade, por ter baixa concentração de cargas positivas e negativas.
Grupo 2	Cloreto de Sódio (Sólido)	Conduz	Não Conduz	Não Conduz, porque no estado sólido os elementos ficam juntos, difícil de liberar as cargas.
Grupo 3	Cloreto de sódio + Água destilada	Conduz	Conduz muita energia	Conduz, porque a água dissolve o sal e deixa os íons livres.
Grupo 4 e 7	Solo	Não Conduz	Não Conduz	Não apresenta uma quantidade de cargas positivas suficiente.
Grupo 5 e 6	Solo + água destilada	Não Conduz.	Sim Conduz	Conduz, pois o solo possui sais minerais e água dissolve os minerais deixando os íons livres no solo.

Fonte: Silva, 2012.

Após a experiência, com base na análise dos relatos dos grupos na tabela acima, observa-se que os alunos apresentam dificuldades na forma de expressar alguns conceitos, como por exemplos alguns termos que aparecem com frequência: cargas ao invés de íons, conforme relatos:

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

Grupos 1 e 4:

Água possui pouca condutibilidade, por ter baixa concentração de cargas positivas e negativas. Não apresenta uma quantidade de cargas positivas suficiente.

Outro aspecto observado relaciona-se a observação do cloreto de sódio sólido:

- Estado sólido os elementos ficam juntos, difícil de liberar as cargas,

evidenciando que o grupo ainda não possui elementos para este nível de entendimento.

Grupos: conduz, pois o solo possui sais minerais e água dissolve os minerais deixando os íons livres no solo.

Os alunos discutiram e puderam concluir que alguns tipos de solos possuem uma quantidade apreciável de sais minerais e assim começaram a entender a composição dos solos.

Nesta perspectiva, de forma interdisciplinar, a professora solicitou aos alunos que medissem a condutibilidade dos seguintes materiais: 1 rabanete, 1 banana, 1 porção de rúcula.

Como resultado os alunos perceberam que a presença da água nas hortaliças é muito importante, sendo responsável pela manutenção da vida e principalmente a capacidade de dissolver vários materiais, deixando os íons na forma dissociada e livres e assim são capazes de conduzir energia.

Contudo, a professora acrescentou novos materiais e novas questões, onde os alunos puderam investigar, por exemplo, que a banana e a rúcula possuem em solução aquosa uma alta condutibilidade. Essa atitude da professora é característica do ensino sob a abordagem investigativa, pois essa linha teórica permite que haja novas interações dos conteúdos em estudo, tornando-o aprendizado mais significativo. Assim, o trabalho foi se desdobrando, mantendo o planejamento inicial, mas enriquecendo a aula com novos momentos de discussões entre os alunos e a professora.



Figura 4: verificando condutibilidade elétrica da banana em solução (SILVA, 2012).

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

Foram momentos bem interessantes, pois se pode discutir a existência das espécies químicas nas hortaliças e os alunos relacionaram a condução elétrica do rabanete com a substância cloreto de sódio, pois apresentou a mesma intensidade. A professora aproveitou essas observações sobre as discussões dos alunos e sistematizaram na lousa as composições nutricionais das hortaliças e assim os conceitos sobre a formação dos íons, ligação iônica e dissociação iônica que ocorrem na presença da água, foram discutidos.

Análises das respostas de nível 2- Atividade investigativa: desenvolvimento de cultivo de rúcula e rabanete em diversos tipos de solos

Quadro 8: Situações – Problemas.

As Hortaliças Rúcula e Rabanete se desenvolvem em diferentes tipos de solos?
A distância e a profundidade entre uma muda e outra, favorece o plantio?
As hortaliças podem se desenvolver em que faixa de pH?

Fonte: Silva, 2012.

Levantamento de hipóteses: os alunos se reuniram e discutiram sobre as questões propostas e na elaboração do plano de trabalho: como desenvolver a germinação e a horta vertical e urbana das hortaliças na Escola Técnica Estadual Takashi Morita-ETEC.

Os alunos participaram ativamente da elaboração das hipóteses. Foi interessante observar como os conceitos trabalhados integraram o discurso dos alunos durante o planejamento da atividade.

Analisando as citações dos alunos, na 1a. questão, 4 grupos citaram que o solo é pobre em nutrientes e acharam que o solo não era fértil. Pode-se perceber que os alunos se apropriaram de um discurso sobre solos, pois fizeram algumas pesquisas sobre a composição do mesmo.

Já dois grupos mencionam a presença de sais minerais no solo e associaram essa hipótese com o experimento da condutibilidade elétrica, ou seja, relacionaram a hipóteses com os conceitos aprendidos nas aulas de química, corroborando com a afirmação da importância do experimento nível 1. Observou-se, conforme mostram as hipóteses acima, que a oportunidade de expor suas ideias revela habilidades cognitivas de alta ordem.

Um grupo mencionou que as hortaliças podiam se desenvolver em qualquer tipo de solo, pois basta adicionar fertilizantes químicos. A professora aproveitou esse momento para explicar o conceito de fertilidade do solo, explicando que a fertilidade dos solos está intimamente ligada aos fluxos de matéria e energia no ambiente e que ocorrem várias reações químicas entre as substâncias presentes no solo e na água, bem como as trocas de substâncias entre os seres vivos, as raízes, as partes aéreas das plantas e as partículas minerais do solo e que desses processos resulta

Interdisc., São Paulo, n.º. 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

a formação de componentes secundários responsáveis por um estado de equilíbrio, seja em nível físico-químico (como, por exemplo, a estabilidade do pH, ou equilíbrio ácido/base), químico e biológico (ROCHA, 2004).

Após a proposição de hipóteses, os alunos, em grupos, elaboraram os planos de trabalho e procedimentos. Cada grupo escolheu e providenciou os seus materiais conforme quadro 1 abaixo:

Quadro 9: materiais e instrumentos escolhidos pelos grupos.

ESTRUTURA DA HORTA	SUBSTRATO	SEMENTES	DEMAIS INSTRUMENTOS
- Garrafas pet 2L (9x) - Barra de parafuso 3m (1x) - Pistola e bastão de cola quente (1x) - Arco de serra(1x)	- Solo inerte granuloso (4kg) - Húmus de minhoca(2kg) - Adubo orgânico industrializado (0,5kg) - Restos orgânicos (para a produção do adubo)	-Rúcula -Rabanete	- Arco de serra - Borrifador (1x) - Pá (1x) - Tina (1x) - Tesoura (1x)

Fonte: Silva, 2012.

Os alunos não tiveram dificuldades em propor os materiais e fizeram a pesquisa sobre como fazer uma germinação, pois muitos não sabiam como proceder nesse processo inicial nem sua importância para o manejo de uma horta. Ao escolher o tipo de solo, relacionaram o conteúdo dado na aula sobre a composição do solo e das espécies químicas e na sequência foram desenvolver a germinação e desse modo pode-se verificar a preocupação dos alunos com relação à fertilidade do solo.

Após desenvolvimento dos cultivos os alunos se reuniram em grupos e discutiram os dados sobre a 2ª situação problema: à distância e a profundidade entre uma muda e outra, favorece o desenvolvimento do plantio?

Um grupo não levou em consideração o espaçamento e profundidade e teve que refazer a germinação. Esses alunos tiveram problemas com a irrigação, não cuidaram o suficiente e assim a professora solicitou ao grupo que refizesse o seu plantio.

Após desenvolvimento dos cultivos os alunos acompanharam o crescimento das espécies, tomada de decisão e controle das variáveis das hortas e desse modo os alunos discutiram a 3ª situação problema: as hortaliças podem se desenvolver em qualquer faixa de solução de pH do solo? Esta situação foi proposta porque as hortaliças precisam de determinados nutrientes e na ausência dos mesmos traz implicações graves no crescimento.

Análise da atividade investigativa: verificação de pH das amostras das soluções dos solos

Nesta experiência deve-se destacar a importância do conhecimento sobre pH, pois os alunos aprenderam o conceito e como medir as concentrações de íons $[H^+]$ e $[OH^-]$ utilizando papel indicador de pH.

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

A professora discutiu com os alunos que não é correto do ponto de vista químico, se referir a pH de um material sólido, porque o conceito pH é definido para soluções aquosas.

Um grupo de alunos tomou decisão de fazer um conforto térmico para plantio, pois no mês de maio de 2010, choveu muito e então criou a horta externa, na qual, recebeu muita água das chuvas por ficar mais exposta e assim colocaram uma tela e um plástico, para amortecer a força da água.

Os alunos descreveram um procedimento, em que destacaram a adição de óxido de cálcio no solo, promovendo a discussão dos seguintes conceitos: cátions e ânions, ligação química e reação química.

Após a realização deste projeto investigativo, os alunos em grupo apresentaram os resultados e as conclusões para a sala toda. Cada grupo pode expor os seus dados e ao final desta apresentação os alunos puderam escolher o melhor trabalho, para ser exposto na FETEPS – Feira de Tecnologia do Centro Paula Souza.

3 CONSIDERAÇÕES

A atividade interdisciplinar é uma metodologia que valoriza a experimentação no ensino de química e quando associada a uma temática que permite a contextualização do cotidiano, como pode se verificar nesta pesquisa, pois os alunos puderam desenvolver competências e habilidades durante todas as aulas e percebeu-se o envolvimento dos alunos e da professora, vindo ao encontro com a visão da interdisciplinaridade.

Assim, no decorrer da sequência didática, após questionário prévio, os alunos demonstraram interesse em aprender sobre os materiais que apresentavam a condutibilidade elétrica. Nesta atividade, a partir de situações-problemas, eles levantaram hipóteses e puderam expor suas ideias e até sugeriram novas medidas, como ocorreu com o grupo que mediu a condutibilidade da água, o qual solicitou a professora medir a condutibilidade da água com gás. Deste modo, a atividade proposta pela professora parece ter contribuído para que os alunos refletissem sobre o problema proposto, pois os resultados mostraram a importância e mediação do professor nas atividades e que o mesmo passa a ter várias funções como, um problematizador, um coordenador e porque não um diretor de cena de cada etapa aplicada. Revelou uma estratégia em que se desenvolveu as potencialidades criativas dos alunos, mobilizando conhecimentos e habilidades por meio de conceitos teóricos e práticos. O papel do professor passa a ter um caráter não apenas de discutir um conteúdo, mas também de proporcionar um envolvimento pleno dos alunos com a busca das informações que serão suporte para a aprendizagem significativa dos conteúdos específicos na área das ciências da natureza, em particular, da química. Alguns professores não desenvolvem certas atividades compartilhadas como esta, porque nunca tiveram a oportunidade de

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

participar de aulas ou projetos que pudessem acrescentar essa experiência. Sendo assim, fica muito mais difícil ser motivador, problematizador e reflexivo.

Pelas análises dos dados e pensando na participação, ganhos e envolvimento dos alunos, verificou-se que os alunos puderam relacionar os dados obtidos com as hipóteses enunciadas e obtendo suas conclusões, exibindo habilidades cognitivas de alta ordem, como propor situações, seleção, análise dos resultados e investigação das hipóteses e assim chegarem a uma conclusão, ou seja, ao próprio entendimento sobre método científico.

Cabe aos alunos (aquele que investiga) e ao professor (aquele que orienta a investigação) lidarem com as situações de desequilíbrio e com as capacidades cognitivas individuais e coletivas, buscando a construção de conhecimentos coerentes com as evidências (empírica ou não) que vão surgindo no desenvolvimento das atividades investigativas.

Já na atividade experimental investigativa sobre os aspectos do sistema solo planta, os estudantes demonstraram interesse, engajamento durante todo o processo da atividade, pois este tipo de atividade permitiu que os alunos interagissem com a experiência o tempo todo e de forma dinâmica, porque eles tinham que acompanhar passo a passo o desenvolvimento do crescimento das hortaliças e intervir durante o mesmo. Quanto às estratégias adotadas pelos grupos, ressalta-se que foram inovadoras e também extremamente criativas, desde a construção da horta vertical até a melhoria do solo, para obtenção de nutrientes. Um ponto interessante observado foi o ganho em autonomia que os alunos obtiveram, pois, atualmente, percebe-se muita dependência de meios de comunicação, principalmente da internet e nesta fase da adolescência, isso é muito crítico e visível. A questão de ter autonomia consciente e crítica foi percebido nos alunos participantes do projeto.

Nesta pesquisa, evidenciou-se a capacidade dos alunos de utilizarem o conteúdo conceitual (solubilidade de diferentes materiais, representações das espécies químicas, formação de íons, dissociação das espécies e pH) conteúdo procedimental (plano de trabalho, seleção de materiais, adição de substâncias) e atitudinal (tomada de decisão, propondo novos testes, melhoria para o desenvolvimento das hortaliças, responsabilidade, autonomia, motivação e criatividade).

Outro aspecto muito importante foi que, ao elaborar uma atividade com caráter investigativo, o professor passou a ter um papel de mediador e questionador, permitido que os alunos participassem e acabassem expondo suas ideias. Para realizar e executar atividades dessa natureza não é um processo simples, requer que, além do aluno, o professor também esteja engajado na sua realização. Além de dominar o conteúdo a ser desenvolvido, o docente precisa de tempo, para elaborar uma atividade experimental investigativa e, também, deve se atentar aos pontos frágeis ou dificuldades conceituais nos alunos.

Esta abordagem pode ser oferecida e vivenciada em todos os níveis de ensino. Assim, este tipo de abordagem faz com que o professor se torne mais ativo, reflexivo e principalmente ter intenções pedagógicas no que se pretende ser ensinado aos alunos e na interpretação das ações realizadas por eles e também dos conceitos

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

que vão sendo gerados e reconstruídos em sala da aula, tornando o nosso aluno mais autônomo e com pensamento mais crítico.

REFERÊNCIAS

BRAGA, Benedito. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília, Ministério da Educação, 1999.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2005. 199p.

CASTRO VALDÉS, *apud* GIL PÉREZ, D. & VALDÉS CASTRO, P. (1996). **La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo**. Enseñanza de las Ciencias, 14(2), 155-163.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.F. ; SCOTT, P. **Construindo conhecimento científico em sala de aula**. Química Nova na Escola. São Paulo, n. 9, pp. 31-40, 1999.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (2003). **Interdisciplinaridade: Qual o sentido?** São Paulo: Paulus.

FAZENDA, I.C.A.; TAVARES, D.E.; GODOY, H. P. **Interdisciplinaridade na pesquisa científica**. Campinas, SP: Papirus, 2015. (Coleção Praxis).

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 43ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GIL PÉREZ, D. & VALDÉS CASTRO, P. (1996). **La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo**. Enseñanza de las Ciencias, 14(2), 155-163, 1996.

FERREIRA, L.H.; HARTWING, D.R.; OLIVEIRA, R.C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola. São Paulo, vl. 32, n.2, p.101-106, 2010.**

HODSON, D. **Experimentos na ciência e no ensino de ciência**. Educational Philosophy and Theory. Tradução de Paulo A. Porto, 20, pp.53-66, 1988.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994.**

LÜDKE, Menga; ANDRÉ; Marli Elisa D. A. de (1986). **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

Interdisc., São Paulo, n.º 10, pp. 59-80, abr. 2017.

<http://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade>

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. Uberlândia: **Revista extensão V. 7, 2008.**

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova, São Paulo, v.23, n.2, pp. 273-283,2000.**

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. A linguagem numa sala de aula de ciências. **Presença Pedagógica, n.11, set/out., pp.49-57, 1996.**

MUNFORD, D.; LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio. V.9, n.1, 2007.**

SÃO PAULO. **Proposta curricular de química (Ensino Médio)** – Estudo e ensino. Maria Inês. São Paulo: SEE, 2009.

PELLA, M.O. The laboratory and Science teaching. **The Science Teacher 1961, 28, pp.20-31.**

POZO, *et al.* **A Solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

RAVEN, P.H. **Biologia vegetal.** Ed Guanabara, 2004.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 256p.

SILVA, M. **Um estudo de aspectos do sistema solo planta a partir de uma abordagem investigativa no ensino de química.** Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, 2012.

TAMIR, P. Practical work at school: An analysis of current practice. *In:* WOOLNOUGH, B. **Practical science.** Grã-Bretanha: Open University Press, 1991.