



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE ENSINO TÉCNICO, MÉDIO E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DA PARAÍBA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO: PRÁTICAS
PEDAGÓGICAS INTERDISCIPLINARES**

SUÊNIO ANDERSON FELICIANO DA SILVA

**UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DO USO DA MODELAGEM
MATEMÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA**

**ITABAIANA
2014**

SUÊNIO ANDERSON FELICIANO DA SILVA

**UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DO USO DA MODELAGEM
MATEMÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fundamentos da Educação: práticas pedagógicas interdisciplinares da Universidade Estadual da Paraíba, em parceria com a Secretaria de Estado de Educação da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fundamentos da Educação: práticas pedagógicas interdisciplinares.

Orientadora: Prof^a Dr^a Morgana Lígia de Farias Freire.

ITABAIANA
2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586r Silva, Suênio Anderson Feliciano da
Um relato de experiência do uso da modelagem matemática
no ensino de química [manuscrito] / Suênio Anderson Feliciano
Da Silva. - 2014.
33 p. : il. color.

Digitado.

Monografia (Especialização em Fundamentos da Educação:
práticas pedagógicas interdisciplinares) - Universidade Estadual da
Paraíba, Pró-Reitoria de Ensino Médio, Técnico e Educação à
Distância, 2014.

"Orientação: Profa. Dra. Morgana Lígia de Farias Freire,
Física".

1. Educação. 2. Modelagem Matemática. 3. Ensino de
Química. I. Título.

21. ed. CDD 370.1

SUÊNIO ANDERSON FELICIANO DA SILVA

**UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DO USO DA MODELAGEM MATEMÁTICA NO
ENSINO DE QUÍMICA**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fundamentos da Educação: práticas pedagógicas interdisciplinares da Universidade Estadual da Paraíba, em parceria com a Secretaria de Estado de Educação da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fundamentos da Educação: práticas pedagógicas interdisciplinares.

Aprovada em: 06 / 12 / 2014.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Morgana Lígia de Farias Freire
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
Orientadora



Prof. Elialdo Andriola Machado
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
Examinador



Prof. Francisco de Assis de Brito
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Examinador

À Deus pela sua graça irresistível. DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela sua infinita graça irresistível e amor incondicional, pois me orientou e deu forças para superar os obstáculos dessa conquista. A Ele: honra, glória e louvor para sempre!

Aos meus pais Maria Rosilda e João José (*in memória*) pelos ensinamentos e cuidado, pois é o alicerce dessa conquista. A minha irmã Suerda, pois contribuiu com seus cuidados e sempre apoiou junto ao seu marido Max André, que me cedia sua moto para ir aos sábados para especialização, e seu filho Ítalo Max. A minha sogra Mariana Josefa e cunhado Nielson José.

À minha esposa Ana Maria pelo companheirismo e amor, ao meu filho amado João Lucas, motivação para continuar a lutar por conquistas.

Aos familiares e amigos que estiveram acompanhando de perto com as suas preocupações para comigo.

À professora Prof^ª Dr^ª Morgana Lígia de Farias Freire que aceitou me orientar desde o primeiro dia que estive no polo de Itabaiana, além de seu apoio, estando à frente da Coordenação do Polo de Itabaiana, mantendo sempre informado e incentivando cada vez mais para a conclusão do Curso de Especialização em Fundamentos da Educação: práticas pedagógicas interdisciplinares, aos professores que estiveram presentes todos os sábados demonstrando o alto nível de conhecimento, e aos examinadores que aceitaram participar da banca, que Deus os abençoe!

Aos meus amigos de turma, todos sem exceção, pois contribuíram grandemente na minha atuação profissional com suas vivências em sala de aula e pelas alegrias, companhia na visita a campo, as rodas de conversas e outros momentos que sem dúvida ficaram marcados na memória.

Aos meus amigos de Mogeiro e irmãos da igreja pelas orações.

À todos que contribuíram diretamente com essa conquista!

“E maravilharam-se da sua doutrina, porque os ensinava como tendo autoridade, e não como os escribas”.
Marcos 1:22

RESUMO

O computador têm sido um dos objetos mais utilizados por jovens e adolescentes para inúmeras atividades, desde acesso a páginas de relacionamentos, jogos, e-mails, vídeos, fotos e entre outras atividades que esse ciberespaço proporciona. Nesse sentido, há uma necessidade real de cunho educacional de direcionar esse público para utilizar não apenas essas páginas ou entretenimentos supracitados, mais também para utilizar os *softwares* instalados no computador, que possibilite uma concreta aprendizagem no que diz respeito ao contexto escolar. Sendo assim este trabalho tem como objetivo fazer um relato de experiência da utilização do programa *BrOffice.org Calc* como ferramenta no processo de ensino aprendizagem em Química, para descrever fenômenos químicos relacionados ao meio ambiente. Este relato de experiência fundamentou-se na pesquisa exploratória e qualitativa com observação participante e foi desenvolvido numa turma de 2º ano do ensino médio. O desenvolvimento de atividades voltadas para a modelagem matemática possibilitou um olhar mais crítico e científico para os alunos a respeito dos fenômenos químicos que ocorrem no meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Matemática. Ensino de Química. Programa *BrOffice.org Calc*.

ABSTRACT

The computer has been one of the most used by young people and adolescents objects for numerous activities, from access to social networking pages, games, emails, videos, photos, and among other activities that cyberspace provides. In this sense, there is a real need of an educational character to target this audience to not only use these pages or above entertainment, but also to use the software installed on your computer, which allows a concrete learning with regard to the school context. Thus, this work aims to make a report of experience in using the BrOffice.org Calc program as a tool for chemistry teaching learning process to describe chemical phenomena related to the environment. This experience report was based on exploratory and qualitative research with participant observation and was developed in a 2nd year high school class. The development of activities focused on mathematical modeling has enabled more critical and scientific look at the students about the chemical phenomena occurring in the environment.

KEYWORDS: Mathematical Modeling. Chemistry Teaching. BrOffice.org Calc Program.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE QUÍMICA E SUA RELAÇÃO COM A INTERDISPLINARIDADE E O COTIDIANO.....	11
2.2 AS TECNOLOGIAS E SUA IMPORTÂNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA.....	13
2.3 OS MODELOS MATEMÁTICOS E APLICAÇÃO NA QUÍMICA.....	16
3. METODOLOGIA.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o computador têm sido um dos objetos mais utilizados por jovens e adolescentes, objeto esse que media inúmeras atividades desde acesso a páginas de relacionamentos, jogos, *e-mails*, vídeos, fotos e entre outras atividades que esse ciberespaço proporciona (CASTRO, 2012). Nesse sentido, há uma necessidade real de cunho educacional de direcionar esse público para utilizar não apenas essas páginas ou entretenimentos supracitados, mais também para utilizar softwares, como planilhas eletrônicas, instalados no computador, que possibilite uma concreta aprendizagem no que diz respeito ao contexto escolar, seja nos componentes de química, física, matemática entre outros.

Assim, o uso de metodologias de ensino com base em tecnologias por parte de professores de química, trás um enfoque contextual no qual os alunos deverão resolver problemas observando aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais, em que o ensino de Química fornece ao aluno instrumentos suficientes para leitura do mundo quanto aos fenômenos da natureza, e nesse sentido as tecnologias de informação e comunicação possibilitam desenvolver habilidades básicas para solucionar, por exemplo, problemas ambientais que surge no cotidiano (LIMA FILHO et al., 2011).

Nesse sentido, com base na transversalidade existente no tema meio ambiente (BRASIL, 1999) e diante a real necessidade do uso das novas tecnologias na educação para solução de problemas no que diz respeito a este tema, para o desenvolvimento deste trabalho usou-se um software - o *BrOffice.org Calc* - que possibilitou o estudo e interpretação de problemas ambientais, em que a observação da natureza permite ao aluno verificar modelos e teorias que podem ser testada por meio de simulações, de forma a conhecer a extensão da aplicabilidade da teoria desenvolvida (BATISTA, 2008).

Esse programa computacional quando aliado as disciplinas de matemática e, principalmente, química tem contribuindo na melhoria do rendimento escolar dos alunos, uma vez que possibilita trabalhar na prática conteúdos e situações reais do cotidiano. Com isso, o propósito do trabalho foi desenvolver o ensino do conteúdo de Química de forma interdisciplinar e contextualizada, para que estudantes adquiram conhecimentos, habilidade e aplicá-los em situações que lidarão no cotidiano escolar, social e profissional (BATISTA, 2008).

Sendo assim, neste trabalho tivemos como objetivo geral fazer um relato de experiência da utilização do programa *BrOffice.org Calc* como ferramenta no processo de ensino aprendizagem de Química para descrever fenômenos químicos relacionados ao meio ambiente.

Os objetivos específicos foram: (1) criar gráficos evidenciando funções de 1º, 2º e 3º grau; (2) realizar operações fundamentais no *BrOffice.org Calc*; (3) conhecer as reações químicas que ocorrem no meio ambiente; (4) descrever graficamente a redução da concentração de oxigênio dissolvido em águas contaminadas por esgotos; (5) superar os problemas de dificuldade de aprendizagem dos alunos na disciplina de Química quanto ao estudo de gráficos.

Quanto a estrutura do trabalho, este se encontra organizado da seguinte maneira. Inicialmente apresentamos a fundamentação teórica, abordamos aspectos relacionados às dificuldades de aprendizagem na disciplina de química, a relação interdisciplinaridade e o cotidiano, bem como a importância das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) no ensino de Química. Na sequência apresentamos a metodologia utilizada, os resultados obtidos e as considerações finais evidenciando os fenômenos químicos relacionados ao meio ambiente.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE QUÍMICA E SUA RELAÇÃO COM A INTERDISCIPLINARIDADE E O COTIDIANO

É frequente os professores depararem no seu cotidiano com perguntas dos seus alunos do tipo: *Para que serve isso?* Ou então, *Para que eu preciso estudar isso?* Diante do contexto atual, Rubinger e Braathen (2012) entendem que o jovem do ensino médio vive de forma intensa o presente e têm interesse muito mais pelas coisas que conhecem e fazem parte do seu dia a dia do que teorias que lhe parecem desconectadas da realidade que vive.

Sabe-se que a Química está ligada diretamente com quase tudo que fazemos e até mesmo ao que somos. Nesse âmbito, o que torna frequente esse tipo de pergunta? Para muitos educadores a resposta está no modo como ensinar os alunos, isto é, na metodologia de ensino que muitas das vezes ao invés de minimizar as dificuldades acabam por aumentar e torna distante o processo de ensino e aprendizagem.

O que se têm visto é que a tarefa de ensinar/aprender Química nas nossas escolas parece reduzir-se a descobrir qual é o estágio de aprendizado dos alunos e, a partir deste ponto tentar adequar os conteúdos a serem ministrados. O ensino de Química se efetua de forma exclusivamente de aulas teóricas, na qual ocorre apenas uma mera transmissão de informações, sendo a aprendizagem entendida somente como um processo de acumulação de conhecimentos (LIMA, 2013; LEAL, 2009; HENNING, 1994).

Com isso, para muitos especialistas a melhoria do Ensino de Química requer uma crescente necessidade de mudanças e atualizações nas metodologias de trabalho dos professores em exercício. Bem como, há uma real necessidade de uma reformulação dos espaços acadêmicos nos quais se preparam futuros professores de Química, com orientações seguras quanto aos objetivos principais do estudo da Química, suas aplicações técnicas na atualidade e desenvolvimento de metodologias de ensino capazes de torná-los mais motivados e, conseqüentemente, construir o conhecimento (HENNING, 1994).

É perceptível que para haver aprendizado significativo é necessário trabalho interdisciplinar junto à utilização de novas metodologias de ensino que proporcione ao aluno uma reflexão crítica, na qual, a reflexão crítica sobre a prática se torne uma exigência da

relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo. Assim, um saber é indispensável, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumir-se como sujeito também da produção de saber e se convença definitivamente de que ensinar não é simplesmente transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção, que é fator crucial no componente de Química (FREIRE, 1996).

Portanto, a dificuldade de aprendizagem rompe-se quando sabe-se que ensinar não é meramente transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção, onde o professor ao entrar em sala de aula deve está aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, suas inibições, ou seja, um ser crítico e inquiridor em face a tarefa de educar (FREIRE, 1996).

Deve-se evidenciar que ensinar não se constitui numa tarefa fácil, o professor exerce grande influência no educando do ponto de vista metodológico, se faz necessário que o mesmo detenha teorias para ser capaz de elaborar análises e reflexões no que diz respeito a sua prática, ou seja, qual a melhor forma, neste caso, a influência do professor está em compreender como aluno aprende. Se ensinar não é fácil, então os professores de Ciências precisam de uma visão clara sobre os problemas de ensino-aprendizagem que norteiam o âmbito escolar, que se constitui como obstáculo para uma atividade docente inovadora afirmam Gil-Pérez e Carvalho (1998).

Driver et al. (1999) afirmam claramente que:

Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os 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 crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo (DRIVER et al., 1999, p. 36).

Assim reafirma-se a necessidade de utilização de novas técnicas de ensino, onde o professor não pode está ligado a um ensino dogmático, tradicional ou autoritário, “o bom professor saberá ajustar as várias técnicas para revelar aos seus alunos como a ciência se constrói e como se relacionam os seus conceitos” (MAGALHÃES, 2002, p.34).

Comungo com o pensamento de Santos e Schnetzler (2003, p. 131), pois:

[...] é necessário que não tenhamos resistência de transformar a Química da sala de aula em um instrumento de conscientização, com a qual trabalharemos não só nos conceitos químicos fundamentais para a nossa existência, mas também os aspectos éticos, morais, sociais, econômicos e ambientais a eles relacionados (SANTOS e SCHNETZLER, 2003, p. 131).

Portanto, fica claro que o ensino de Química tem uma ligação direta quanto a formação cidadã, principalmente, quanto ao meio ambiente uma vez que o planeta está sofrendo diversos problemas decorrente da produção de substâncias que mediante reações químicas tem por consequência impactos ambientais

2.2 AS TECNOLOGIAS E SUA IMPORTÂNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA

As tecnologias na educação de Química atualmente vem atraindo olhares de diversos pesquisadores devido ao seu potencial didático, com isso a inserção tecnológica não se presta a passar pela informatização de métodos instrucionais para torná-las mais eficiente, mas sim pela criação de um ambiente propício a construção de aprendizagem no qual os alunos possam explorar assuntos de natureza intelectual, sendo produto de um processo de construção mental do conhecimento científico (TELEMBERG, 2004). Moran e Masetto (2001, p. 12) afirmam que “as tecnologias nos permitem ampliar o conceito de aula, de espaço e tempo, de comunicação audiovisual e estabelecer pontes novas entre o presencial e o virtual”.

Assim, concordamos com a afirmação supracitada, pois para este trabalho em particular a habilidade necessária para promover a transformação entre as representações em gráficos bidimensionais, por exemplo, é caracterizada como habilidade visuoespacial a percepção espacial que possibilita claramente a capacidade de perceber, transformar e recriar aspectos do mundo visual e espacial, em que visualização possui dois significados principais segundo Gilbert (2005): (a) visualização interna - no qual os resultados da percepção estão representados na mente; (b) visualização externa - modelos dos quais são representados por percepção visual.

Em particular a visualização em Química Ambiental é de grande valia, a habilidade visuoespacial quanto ao estudo de gráficos para construção do conhecimento é de suma importância. Wu e Shan (2004) concordam com esse pensamento citado, pois os mesmos afirmam que a experiência com estudo de modelos utilizando a ferramenta computacional

auxilia os alunos na resolução de problemas químicos e representação de conceitos, ou seja, auxilia na compreensão de informação e comunicação no mundo atual e o cotidiano, onde a Química consiste num campo fértil para a aprendizagem visual, portanto, o aspecto visual caracteriza-se como um recurso educacional poderoso.

Raupp et al (2009) em seus estudos com uso de *software* na construção de modelos moleculares afirmam:

Dentre as ferramentas tecnológicas, os softwares de visualização e construção de modelos têm ajudado os alunos de maneira efetiva, tal como as pesquisas na área de educação química têm mostrado, pois apresentam múltiplas representações, fazem uma conexão com o nível macroscópico, possibilitam a transformação de representações bidimensionais em tridimensionais e usam informações explícitas (RAUPP et al., 2009, p. 67).

De acordo com a afirmação um dos grandes desafios para os educadores é adotar o computador numa abordagem educacional, uma vez que essa tecnologia tem evoluído de uma forma efetiva fora dos muros da escola, atingindo os adolescentes, além de proporcionar um novo estilo de pensamento. Sendo preciso reconhecer que a escola não pode colocar-se à margem do desenvolvimento tecnológico, uma vez que, a mesma interfere gradativamente nas formas de vida da sociedade, em que é necessária apenas criação e utilização de tecnologia na educação, mas sim, compreender que as formas de comunicação, meios de trabalho, novas formas de alcançar e de produzir conhecimento tornam possível a criação de práticas de ensino voltadas para o contexto atual da escolar (VIEIRA, 2011).

Em conversas com outros professores de outras áreas do conhecimento é notório que muitas das vezes os alunos não conseguem compreender a finalidade de determinados assuntos, percebe-se que muitas das vezes os alunos não conseguem entender e associar o conteúdo estudado com a prática do cotidiano, assim tornando-se desinteressados com o tema, nesse contexto, torna-se notório que as práticas utilizadas atualmente estão sendo feitas de forma descontextualizadas e não envolve práticas interdisciplinares que são importantes ao estudar os fenômenos químicos que podem ser representadas por modelos, ou seja, graficamente. Com isso, o professor deve está preparado para trabalhar de forma interdisciplinar em sala, priorizando o processo de ensino-aprendizagem de forma contextualizada, direcionando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno que se constitui como ator principal no processo de ensino, para que estes possam perceber a importância socioeconômica da Química numa sociedade com avanços tecnológicos (TREVISAN e MARTINS, 2006).

De acordo com o que foi citado acima, Penin (2001) afirma:

O acesso ao saber não mais seguirá apenas a ordem hierárquica e progressiva como geralmente é disposta na programação de uma disciplina ao longo das séries escolares. A tecnologia disponível, sobretudo através da *Internet*, [...] em programas já existentes, como os de vídeo, possibilita diferentes formas de acesso ao saber [...]. Essas novas oportunidades de aprendizagem, se disponíveis aos alunos, provocam a necessidade de uma mudança profunda na didática utilizada pelos professores. Mais do que seguir um programa, eles precisam relacionar e dar sentido a essa trama a que os alunos estão submetidos (PENIN, 2001, p. 37).

Portanto, ensinar/aprender Química depende de alguns fatores, sendo o principal a mudança da postura em relação ao processo de ensino e aprendizagem no intuito de inovar a prática pedagógica. É de suma importância que os professores incentivem os alunos para leituras que estejam relacionadas com fenômenos de seu cotidiano, sugiram livros, sítios interessantes e conteúdos pertinentes para embasar o entendimento do aluno. Desde pesquisas via internet e as ferramentas computacionais podem ser usadas como recursos para ampliar o conhecimento e a elaboração de trabalhos científicos contextualizados com a realidade que situa.

Partindo para as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), é destacado que o ensino de Química deve ser apresentado de forma que o aluno possa vislumbrar uma interação com cotidiano relacionado ao desenvolvimento tecnológico e aos diferentes aspectos da vida em sociedade. E evidencia que:

[...] que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola. O aprendizado de Química no ensino médio deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 1999, p. 87).

O aprendizado de Química pelos alunos configura-se em compreender as transformações que ocorrem no mundo físico de forma ampla, onde na interpretação do mundo através das ferramentas químicas através da ferramenta computacional possibilita uma ampla interpretação e simulação da realidade de um determinado fenômeno da natureza.

2.3 OS MODELOS MATEMÁTICOS E APLICAÇÃO NA QUÍMICA

A Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real (BASSANEZI, 2002, p. 16). Segundo Barbosa (2001, p. 31), “Modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade”.

Existem diversas estratégias e metodologias de ensino como meio de oportunizar situações para uma aprendizagem significativa, a modelagem matemática é uma delas porque possibilita verificar a aplicabilidade dos conteúdos de matemática aprendidos pelo aluno em situações práticas de sua vida e relaciona-los com os fenômenos químicos que ocorrem na natureza, por exemplo. A modelagem matemática apresenta aspectos que indicam aprendizagem significativa e se divide em motivacionais e cognitivos; aspectos motivacionais baseiam-se em envolvimento nas atividades, elaboração de estratégias próprias e aprendizagem extraconteúdos. De outro lado os aspectos cognitivos correspondem a compreensão conceitual, ou seja, aplicação do conhecimento em novas situações, construção e manipulação de representações múltiplas, bem como, interação entre a nova informação e a estrutura conceitual existente. Barbosa (2004) evidencia que:

O ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Ambas as atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta. Nela, pode-se levantar questões e realizar investigações que atingem o âmbito do conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2004, p. 4).

A utilização da modelagem matemática pode ser justificada pelos seguintes aspectos (SILVEIRA e RIBAS, 2004):

- Motivação dos alunos e do próprio professor;
- Facilitação da aprendizagem. O conteúdo matemático passa a ter mais significação, deixa de ser abstrato e passa a ser concreto;
- Preparação para profissão;
- Desenvolvimento do raciocínio lógico e dedutivo em geral;
- Desenvolvimento do aluno como cidadão crítico e transformador de sua realidade;

- Compreensão do papel sociocultural da Matemática, tornando-a, assim, mais importante.

O interesse em utilizar a Modelagem Matemática como estratégia de ensino nas aulas de Química com alunos do Ensino Médio baseia-se na busca da melhoria da qualidade de ensino desta disciplina. Neste contexto, a Modelagem Matemática contribui para amenizar os problemas resultantes de uma visão complexa tida por muitos da Química Ambiental.

Com isso a Modelagem Matemática aplicada a Química Ambiental além de ser uma tendência que proporciona uma articulação entre conceitos matemáticos e a realidade, pode ser vista, também, numa perspectiva que valoriza o pensamento crítico e reflexivo do aluno em relação fenômenos químicos do cotidiano.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade existente entre Informática, Matemática e Química tornar-se um instrumento poderoso na formação do aluno, para que ele possa entender o entorno social onde vai atuar como apresentam Almeida e Dias (2004):

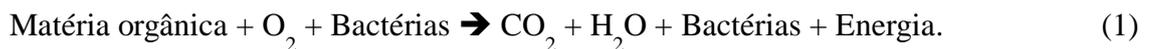
Não é mais suficiente o aluno aprender Matemática e saber utilizá-la para resolver problemas cotidianos. Além desses saberes, é necessário que o aluno seja capaz de interpretar e agir numa situação social e política estruturada pela Matemática (ALMEIDA e DIAS, 2004, p. 6).

Ao problematizar fenômenos que acontecem no cotidiano, é possível pensar sobre eles e, sobretudo, interferir conscientemente no processo desencadeado por eles. Sendo este fator crucial na solução dos problemas ambientais e, principalmente, para entender a Química Ambiental. Com isso, a Química Ambiental tem como objetivos de investigação as propriedades, a constituição e as transformações das substâncias e dos materiais que constitui a natureza. Portanto, para D'ambrósio (1986, p.17) : “Os modelos matemáticos são formas de estudar e formalizar fenômenos do dia a dia. Através da modelagem matemática o aluno se torna mais consciente da utilidade da matemática para resolver e analisar problemas do dia a dia”.

Portanto, aproveita-se, dessa maneira, o envolvimento emocional e cultural dos alunos com os acontecimentos atuais que envolvem as questões ambientais para apresentar-lhes momentos questionadores de resolução de situações que envolvam problematização e solução dos problemas ambientais como a poluição das águas.

Os modelos matemáticos consistem em instrumentos desenvolvidos para auxiliar na solução de problemas, quando, por exemplo, no caso do lançamento de esgoto doméstico em rios. Além disso, tais modelos são utilizados como instrumentos que permitem diagnosticar/prognosticar cenários de qualidade de água em função de ações que visem mitigar impactos ou minimizá-los, bem como, facilitar na tomada de decisões órgão públicos que atuam no controle da qualidade de água. Os modelos possibilitam compreender claramente o meio ambiente e visualizá-los de forma integrada, associam as informações físicas, químicas e biológicas do meio (CHAPRA, 1994).

Por exemplo, a introdução de matéria orgânica em um corpo d'água, conseqüentemente, resultará no consumo de oxigênio dissolvido, ou seja, haverá redução da concentração deste na água. Isto ocorre devido aos processos de estabilização da matéria orgânica realizados pelas bactérias decompositoras, as quais utilizam o oxigênio disponível no meio líquido para a sua respiração, conforme mostra a Equação 1. O decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido tem diversas implicações do ponto de vista ambiental, constituindo-se, como já dito, em um dos principais problemas causados pela poluição das águas em nosso meio.



A Figura 1, abaixo, ilustra melhor o que ocorre no corpo d'água em suas respectivas zonas segundo Braga *et al.* (2002):

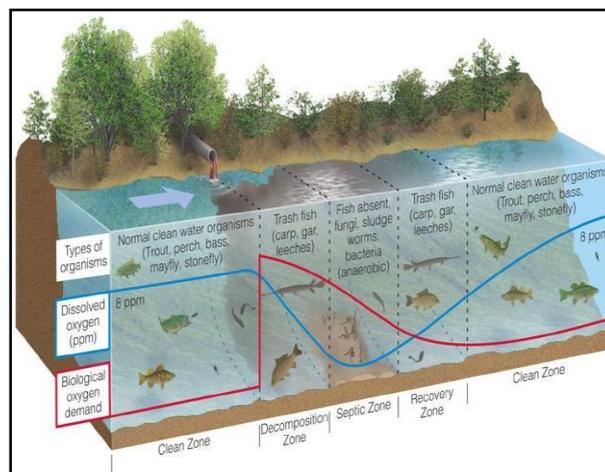


Figura 1: Autodepuração do corpo d'água e suas zonas.
Fonte: Braga (2002).

- **Zona de águas limpas:** refere-se a região à montante do lançamento do efluente (caso não exista poluição anterior) e também após a zona de recuperação. Essa região é caracterizada pela elevada concentração de oxigênio dissolvido e vida aquática superior;
- **Zona de degradação:** situada à jusante do ponto de lançamento, sendo caracterizada por uma diminuição inicial na concentração de oxigênio dissolvido e presença de organismos mais resistentes;
- **Zona de decomposição ativa:** área onde a concentração de oxigênio dissolvido atinge o valor mínimo e a vida aquática é predominada por bactérias e fungos (anaeróbicos);
- **Zona de recuperação:** inicia-se a etapa de restabelecimento do equilíbrio anterior à poluição, com presença de vida aquática superior.

Neste caso, o fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes.

A Resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, do qual descreve que as águas doces de classe 1, a concentração de oxigênio dissolvido (OD) em qualquer amostra não deve ser inferior a 6,0 mg/L de O₂, para às águas doces de classe 2 a concentração de OD não deve ser inferior a 5,0 mg/L de O₂, águas doces de classe 3 não inferior a 4,0 mg/L de O₂. Na classe 4 a concentração deve ser superior a 2,0 mg/L de oxigênio.

Com isso, um modelo pode ser definido como sendo uma estrutura que busca descrever de forma aproximada a realidade. Um modelo estabelece vínculos entre variáveis distintas e permite explicar eventos passados e prever de alguma forma o comportamento do sistema em condições experimentais que ainda não foram realizadas. Os modelos mais frequentemente empregados na Química são os seguintes: (1) Modelos físicos e (2) Modelos matemáticos.

A modelagem física envolve representação do sistema real por um modelo em escala (reduzida ou ampliada) que seja geometricamente e dinamicamente similar e a realização de experimentos onde são efetuadas observações e medições.

Um modelo matemático propõe que as relações entre as diversas variáveis do sistema podem ser expressas através de equações matemáticas. Por exemplo, a Lei de Henry, uma equação de primeiro grau que define a concentração de saturação de um gás na água em função da temperatura como apresenta a Equação 2, ou seja:

$$C_{\text{sat}} = \alpha * P_{\text{gás}}. \quad (2)$$

Assim, α é uma constante que varia inversamente proporcional à temperatura e $P_{\text{gás}}$ é a pressão exercida pelo gás sobre a superfície do líquido. Considerando o oxigênio como constituinte de 21% da atmosfera, pela lei de Dalton, exerce uma pressão de 0,21 atm. Onde para 20°C, por exemplo, α é igual a 43,9 e, conseqüentemente, a concentração de saturação de oxigênio em uma água superficial é igual a $43,9 * 0,21 = 9,2$ mg/L. Podendo de forma direta essa concentração aumentar em decorrência da temperatura.

Além dos exemplos citados anteriormente, um dos modelos que merece destaque é o modelo de Streeter-Phelps, que representa um marco na modelagem de qualidade de água já que seus preceitos básicos são ainda contemplados atualmente, modelo esse que possui o objetivo de aumentar a eficiência das ações a serem tomadas no controle da poluição. Por tratar-se de um modelo complexo não foi alvo dos alunos do ensino médio, pois este modelo é constituído por duas equações diferenciais ordinárias.

3. METODOLOGIA

O trabalho fundamentou-se na pesquisa exploratória, pois proporcionou uma maior familiaridade com o problema, como por exemplo, o objetivo de superar as dificuldades de aprendizagem dos alunos na interpretação de gráficos e relacionar as práticas com situação do cotidiano. Além disso, envolveu levantamento bibliográfico com análise de exemplos que estimularam a compreensão, uma vez que houve procedimento de estudo em material já publicado, livros, artigos de periódicos e materiais disponibilizados na internet.

Por se tratar de uma pesquisa exploratória utilizou-se do método da observação estruturada e participante, nesse contexto o pesquisador tem contato direto com o ambiente estudado e tem possibilidade de registrar as informações no instante em que elas ocorrem; além de os problemas e os objetivos estarem claramente definidos pelo pesquisador. Sendo que a observação participante consiste numa participação real do conhecimento na vida dos alunos envolvidos, neste âmbito, o observador assume, pelo menos até certo ponto, o papel de um membro do grupo, isto de forma artificial, pois o observador se integra ao grupo com objetivo de realizar uma investigação (GIL, 1999).

Para Gil (1999, p. 43) “as pesquisas exploratórias tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista, a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”. Habitualmente envolve levantamento bibliográfico, documental e estudo de caso, isto quando os procedimentos de amostragem técnicas quantitativas de coleta de dados não são rotineiramente utilizadas.

Em se tratando de um estudo que envolve a modelagem matemática e aplicação na química ambiental, o nível de pesquisa exploratória configura-se como a melhor, pois Gil (1999) afirma que:

Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando a tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis (GIL, 1999, p. 43).

Com isso, o produto final deste nível de pesquisa passa a ser um problema mais esclarecido e passível de investigação por procedimentos mais sistematizados.

Além disso, a pesquisa também possui uma abordagem qualitativa, que é justificada pelo conjunto complexo de condutas e atitudes envolvidas no processo de busca por melhorias na aprendizagem de conteúdos de Química inter-relacionados a Matemática, e fundamenta-se na afirmação de trabalhar com o pensamento do aluno de forma dinâmica em situações do cotidiano, analisando as respostas e atitudes em sua complexidade, ou seja, procurando verificar um fenômeno por meio de observação e estudo do mesmo. Assim, para Oliveira (2002, p. 117):

As pesquisas que utilizam da abordagem qualitativa possuem a facilidade de poder descrever a complexidade de uma determinada hipótese ou problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos experimentados por grupos sociais, apresentar contribuições no processo de mudança, criação ou formação de opiniões de determinado grupo e permitir, em maior grau de profundidade, a interpretação das particularidades dos comportamentos ou atitudes dos indivíduos (OLIVEIRA, 2002, p. 117).

Este tipo de pesquisa não se preocupa diretamente com representatividade numérica, mas sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social. Na pesquisa qualitativa, o cientista é ao mesmo tempo sujeito e o objeto de suas pesquisas, e preocupa-se assim com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica no grupo.

As características da Pesquisa Qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinados fenômenos e observância das diferenças entre o mundo social e o mundo real (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Nesse contexto, citado acima, pode-se destacar como características básicas da pesquisa qualitativa segundo Cassel e Symon (1994, p. 127 – 129):

- Um foco na interpretação ao invés de na quantificação: geralmente, o pesquisador qualitativo está interessado na interpretação que os próprios participantes tem da situação sob estudo;
- Ênfase na subjetividade ao invés de na objetividade: aceita-se que a busca de objetividade é um tanto quanto inadequada, já que o foco de interesse é justamente a perspectiva dos participantes;
- Flexibilidade no processo de conduzir a pesquisa: o pesquisador trabalha com situações complexas que não permite a definição exata e a priori dos caminhos que a pesquisa irá seguir;

- Orientação para o processo e não para o resultado: a ênfase está no entendimento e não num objetivo pré-determinado, como na pesquisa quantitativa;
- Preocupação com o contexto, no sentido de que o comportamento das pessoas e a situação ligam-se intimamente na formação da experiência;
- Reconhecimento do impacto do processo de pesquisa sobre a situação de pesquisa: admite-se que o pesquisador exerce influência sobre a situação de pesquisa e é por ela também influenciado.

O trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Otávia Silveira, localizada na cidade de Mogeiro, no estado da Paraíba, em consonância com as aulas de Química, aulas com duração de 45 minutos, correspondendo a três aulas semanais. Assim no desenvolvimento das aulas durante os meses, realizaram-se 10 aulas voltadas para esse trabalho, que foram desde o estudo em grupo com os alunos até aulas práticas no laboratório. O Quadro 1 apresenta as atividades desenvolvidas durante a realização deste trabalho.

Quadro 1 – Atividades desenvolvidas de acordo com os meses.

Atividades desenvolvidas	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
Apresentação do projeto a Direção da escola	X					
Apresentação do projeto a Turma	X					
Discussão do projeto com a Turma	X					
Estudo em grupo de alunos acerca de trabalhos relacionados	X					
Discussão do tema com os alunos (trabalhos publicados na área do projeto)	X					
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X	
Atividades práticas desenvolvidas no Laboratório de Informática	X	X	X	X	X	
Visita técnica aos laboratórios da UEPB						X

No primeiro momento selecionou-se uma turma do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Otávia Silveira, turma essa constituída por 21 alunos. O trabalho ocorreu

praticamente entre o 2º e 3º bimestres de 2013, isso corresponde ao início do 2º bimestre dia 24 de abril até o 3º bimestre finalizado em 3 de outubro de acordo com o calendário escolar.

Para isso dividimos o trabalho em duas etapas, a primeira, parte teórica, apresentação do tema, realização de estudos a respeito do tema central, aulas expositivas dialogadas, estudos de artigos de revistas, anais de congressos, vídeos e imagens. Além de pesquisas na internet e estudos em grupos com apresentação de conclusões acerca do tema estudado.

Na segunda etapa caracterizada pela parte prática do projeto, os alunos utilizaram os computadores do Laboratório de Informática da escola com o *software BrOffice.org Calc* contido no sistema operacional *Linux*, para resolver problemas matemáticos e químicos que envolveram: adição, subtração, multiplicação e divisão, além de criar gráficos em 2D e 3D, funções de 1º, 2º e 3º grau com suas devidas aplicações.

A culminância do trabalho deu-se com a visita técnica aos Laboratórios de Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no Centro de Ciências e Tecnologia em Bodocongó, Campina Grande-PB, para conhecer outros estudos relacionados a Química Ambiental no Laboratório de Saneamento Ambiental.

Quanto à avaliação dos alunos, estes foram avaliados de forma contínua à medida que desenvolveram as atividades solicitadas durante os bimestres, observando o desenvolvimento de suas habilidades na resolução de problemas matemáticos e criação de gráficos no *software*.

E como forma de avaliação, foram quantificadas as atividades propostas com notas referentes ao 3º bimestre dos alunos do 2º ano “C”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades desenvolvidas proporcionou aos alunos um conhecimento acerca do que é um modelo matemático, e de como entender sua aplicação nos fenômenos da Química Ambiental. Pois a modelagem matemática constitui-se num conjunto de procedimentos que possibilita construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões (BURAK, 1992).

Para o desenvolvimento das atividades no Laboratório de Informática foi utilizado o *BrOffice.org Calc*, que é um programa similar ao *Excel*, uma poderosa folha de cálculos que dispõe de inúmeras ferramentas para tratamento, simulação e análise de dados. São planilhas eletrônicas na qual ao invés do aluno trabalhar com números usando um lápis, uma folha de papel e uma calculadora, estes são digitados em uma tabela eletrônica onde é possível alterar e atualizá-los. A Figura 2 apresenta algumas janelas do *BrOffice.org Calc*. É constituída de colunas identificadas por letras, e linhas identificadas por números. A intersecção entre linhas e colunas é chamado Célula. Na Figura 2 temos a indicação da célula A1. A seguir descrevemos algumas destas janelas.

- **Barra de Título:** exibe o nome do programa e o nome do arquivo utilizado. Onde caso o arquivo não possua nome, possuirá a seguinte nomenclatura: Sem titulo;
- **Barra de Menus:** nesta barra há as principais funções tais como: Arquivo, Editar, Exibir, Inserir, Formatar e outras;
- **Barra de Ferramentas:** as funções estão dispostas em ícones para fácil utilização;
- **Barra de Fórmulas:** possui duas finalidades, a primeira é indicar a célula utilizada no momento ou a célula onde deve aparecer o resultado de determinada operação; e a segunda é a digitação;
- **Indicador de Planilha:** mostra qual planilha está em uso.



Figura 2: Planilha de cálculos *BrOffice.org Calc*.

Nesse contexto, este software constitui-se num grande aliado para os estudos de Modelagem Matemática, pois é bem visto o grande potencial da planilha de cálculos para resolução de problemas do cotidiano.

A utilização de programas computacionais tem sido utilizada por diversos profissionais das disciplinas de Matemática, Química, Física e entre outras com diversas finalidades. E nos diversos níveis de Ensino como é o caso da utilização de *software* por Rodrigues (2006) no ensino de matemática com atividades específicas de 1^a a 4^a séries com o *software* “Estação Saber” distribuído na Rede Pública Municipal de Ensino de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, construído como jogo estimulando em alguns momentos o aluno a vencer e realizar certos desafios, e possui imagens, animações e sons.

Partindo para o ensino médio, Lozada *et al.* (2006) em seu trabalho evidencia o trabalho interdisciplinar entre as disciplinas de Física e Matemática no estudo do modelo matemático da função horária dos espaços relacionados ao Movimento Uniformemente Variado (MUV). Veit e Teodoro (2002, p. 88) afirmam que “de particular interesse em Física são os modelos de sistemas dinâmicos, isto é, modelos que estabelecem alguma relação matemática entre quantidades físicas e o tempo, considerado como uma variável independente”.

Em se tratando do estudo da Matemática, Henriques (1999) pesquisou como a Geometria pode ser ensinada com auxílio das novas tecnologias, enfatizando especialmente o *software Cabri-Géomètre II*, e buscou as possíveis contribuições ou mudanças que essa ferramenta pode trazer quando usada no processo de ensino aprendizagem da Geometria, vislumbrando os diversos obstáculos encontrados para se ministrar tal disciplina nos níveis de ensino fundamental e médio.

Neste trabalho em específico, os alunos pesquisaram dados experimentais na literatura, ou seja, em artigos de revista, em anais de congresso e outros meios, assim com base nesses dados coletados construíram seus gráficos bidimensionais. Exemplo disso é os gráficos construídos por um dos alunos apresentados abaixo, Figura 3. Na Figura 3 (b) foi adicionada uma linha de tendência, ou seja, uma equação de 3º grau para ajustar os pontos do gráfico e verificou a qualidade do ajuste R^2 . O gráfico corresponde à relação entre a concentração de oxigênio dissolvido num rio, por exemplo, em função de sua distância, isso após o lançamento de esgoto nesse corpo d'água. Dados esses, para este caso, ilustrativos sugeridos, mas que descreve o decaimento de OD em decorrência do lançamento de matéria orgânica que é fator importante nessa redução.

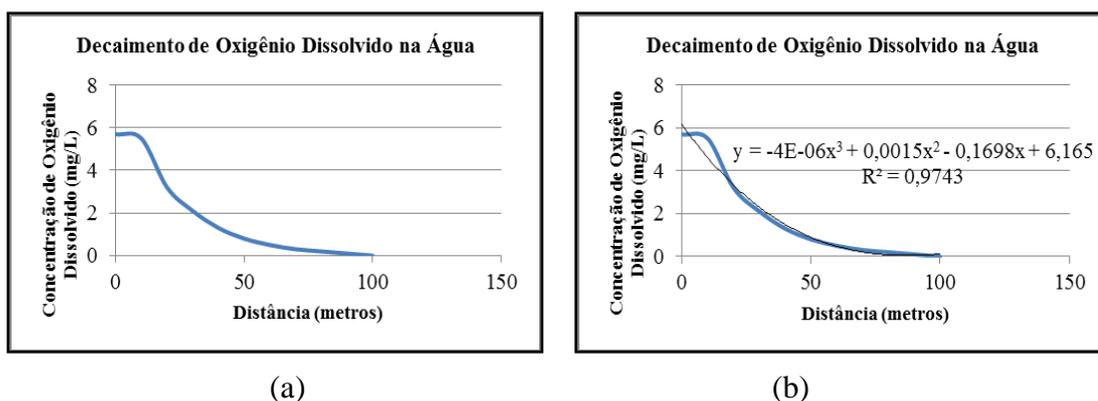


Figura 3: Gráficos de Oxigênio Dissolvido vs distância, construído pela aluna Maria das Dores, e a equação de tendência.

A partir das aulas teóricas, aulas expositivas dialogadas que se caracteriza como um recurso didático manifestado pela exposição de conteúdos houve a participação, o envolvimento dos educandos de forma efetiva. E com estudos em grupos realizados pelos alunos do 2º ano "C", os mesmo conseguiram entender como a Química está extremamente ligada com a disciplina de Matemática, possibilitando desta maneira a interdisciplinaridade, tão essencial no processo pedagógico. Bem como o recurso computacional proporcionou um

melhor entendimento das funções matemáticas que envolvem processos químicos no meio ambiente.

As imagens abaixo, Figura 4, apresentam alguns momentos do desenvolvimento das aulas teóricas e, posteriormente, discussão de trabalhos em grupo:



Figura 4: Imagens que apresentam momentos de discussão durante o desenvolvimento do trabalho.

A parte prática caracterizou-se por atividades no Laboratório de Informática, em que os alunos utilizaram dos computadores para resolver situações-problema desde simples problemas como as operações básicas (soma, subtração, multiplicação e divisão) até a construção de gráficos como mostrado na Figura 2. As imagens na Figura 5 apresentam a realização de aulas práticas no Laboratório de Informática.



Figura 5: Imagens que apresentam momentos das atividades práticas no Laboratório de Informática.

No mês de setembro, mais precisamente no dia 25, para complementar a parte prática das atividades propostas os alunos foram a uma visita técnica no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba em Bodocongó, Campina Grande – PB, para conhecer os Laboratórios de Química, e em especial o Laboratório de Microbiologia e Saneamento Ambiental (Figura 6) no qual são desenvolvidos projetos que abordam como conteúdo principal a Química Ambiental, a exemplo disso é o projeto desenvolvido pela professora Weruska Brasileiro, no qual são cultivadas microalgas para produção de energia. A visita técnica caracteriza-se como essencial para despertar nos jovens uma visão de futuros pesquisadores.



Figura 6: Imagens que apresentam a visita ao Laboratório de Saneamento Ambiental do CCT da UEPB.

A visita, portanto, possui um papel fundamental para contribuir com o futuro profissional desses alunos, expondo a importância da formação profissional, além de aprofundar os conhecimentos da ciência e relacionar com aplicações tecnológicas estudadas. Desta forma com relação ao relato de nossa experiência e o momento desta visita, tivemos uma conciliação das aulas teóricas com a aproximação da prática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de atividades voltadas para a Modelagem Matemática possibilitou um olhar mais crítico e científico para os alunos com relação aos fenômenos químicos que ocorrem no meio ambiente, isso foi demonstrado pelo entendimento dos alunos quanto ao fenômeno de autolimpeza de um rio, fenômeno de autodepuração que envolve princípios químicos.

As atividades contribuíram na formação tecnológica dos alunos, pois o aprendizado adquirido no desenvolvimento do trabalho com o programa *BrOffice.org Calc* possibilitou adquirir outras habilidades, uma vez que, o domínio desse programa é essencial tanto no mercado de trabalho como no mundo acadêmico.

A construção dos gráficos pelos alunos proporcionou autonomia em seus estudos de forma a compreender melhor a relação entre as variáveis em estudo nos gráficos bidimensionais, como a relação de concentração de oxigênio dissolvido em função da distância do corpo d'água, superando assim as dificuldades de aprendizagem encontradas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema**, v. 12, nº 22, p.19-36, 2004.
- BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: Concepções e experiências de futuros professores**. Rio Claro, UNESP, 2001, 253p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2001.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: Uma perspectiva. *In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 2004, Londrina. Anais... Londrina: UEL, 2004.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BATISTA, G. L. **Como criar planilhas eletrônicas: um complemento para o ensino de química analítica**. Nota de aulas de prática de ensino de química e bioquímica. Instituto de Química. Instituto de Química, 2008.
- BRAGA, B.; et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. – Brasília, 1999.
- BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo ensino: aprendizagem**. Campinas, UNICAMP-FE, 1992, 130p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1992.
- CASSELL, C.; SYMON, G. **Qualitative methods in organizational research**. London: Sage Publications, 1994.
- CASTRO, R. **Sociotecnologia, artes visuais e educação da cultura visual: interações e relações nas redes sociais**. 2012. Disponível em: <http://www.medialab.ufg.br/art/wp-content/uploads/2012/09/rosanadecastro.pdf>
- CHAPRA, S.C. **Modelagem de Qualidade de Águas em Rios**. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, USP. 1994.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2005.
- D'AMBROSIO, U. **Da realidade à ação reflexões sobre educação e matemática**. 3ª ed. Campinas: Summus Editora, 1986.
- DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n.9, p.31-40, 1999.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa.** Universidade Aberta do Brasil (UAB)/UFRGS. SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GILBERT, J. K. Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education. *In: Visualization in Science Education.* Editora J K Gilbert, p. 9–27. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2005.

GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998

HENNIG, G. J. **Metodologia do ensino de ciências.** 2. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1994.

HENRIQUES, A. Geometria Métrica: Uma seqüência didática com auxílio do software Cabri-Géomètre II. *In: Cabri World 99,* 1999. São Paulo. Anais ... São Paulo: PUC-SP, 1999.

LEAL, M. C. **Didática da Química: fundamentos e práticas para o Ensino Médio.** Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

LIMA FILHO, F. S.; CUNHA, F. P.; CARVALHO, F. S.; SOARES, M. F. C. A importância do uso de recursos didáticos alternativos no ensino de química: uma abordagem sobre novas metodologias. **Enciclopédia Biosfera,** Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.12; 2011.

LIMA, J. O. G. **Didática da química: uma renovação na abordagem metodológica do ensino desta ciência.** 5º Congresso Norte-Nordeste De Química. 3º Encontro Norte-Nordeste de Ensino de Química, Natal-RN, 2013.

LOZADA, C, O.; et al. A Modelagem matemática aplicada ao ensino de física no ensino médio. **Revista LOGOS,** n. 14, p. 2-12, 2006.

MAGALHÃES, M. **Técnicas criativas para dinamizar aulas de Química.** Niterói: Editora Muiraquitã, 2002.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 2 ed. Campinas: Papirus, 2001.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC monografias, dissertações e teses.** São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.

PENIN, S. T. S. Didática e Cultura: O Ensino Comprometido com o Social e a Contemporaneidade. *In: CASTRO, A.D.; CARVALHO, A.M.P. (org). Ensinar a Ensinar: Didática para a Escola Fundamental e Média.* São Paulo: Pioneira/Thomson, 2001.

RAUPP, D; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. **Experiências em Ensino de Ciências,** v. 4, n. 1, p.65-78, 2009.

RODRIGUES, L. S. **O uso de software educacional no ensino fundamental de matemática e a aprendizagem do sistema de numeração decimal por alunos de 3ª série.** Campo Grande, UCDB, 2006, 175p. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Católica Dom Bosco, 2006.

RUBINGER, M. M. M.; BRAATHER, P. C. **Ações e Reações:** ideias para aulas especiais de química. 1 ed. Belo Horizonte: RHJ, 2012.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química:** Compromisso com a Cidadania. 3 ed. Ijuí: Unijuí, 2003. (Coleção Educação em Química).

SILVEIRA, J. C.; RIBAS, J. L. D. **Discussões sobre Modelagem Matemática e o Ensino-Aprendizagem.** Só Matemática. Disponível em: <http://www.somatematica.com.br/artigos/a8>.

TELEMBERG, T. **Tecnologia na educação:** as representações de docentes de séries iniciais. Florianópolis. 2004. 110 f. UFSC. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2004.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNIrevista**, v. 1, n. 2, 2006.

VEIT, E. A; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino/aprendizagem de Física e os novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Rev. Bras. Ens. Fis.** v. 24, n. 2, 2002.

VIEIRA, A. C. S. B; *et al.* **Tecnologia na educação: o uso do software na abordagem da educação ambiental.** 2011. 143 f. Monografia (Graduação em Pedagogia) – Curso de Graduação em Pedagogia, UEMG, Belo Horizonte.

WU, H-K.; SHAH, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. **Science Education**, v. 88, n. 3, p. 465-492, 2004.