UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

O USO DE ATIVIDADE LABORATORIAL DE BIOLOGIA – TESTE ALLIUM CEPA – NO ENSINO DE MATEMÁTICA NAS SÉRIES INICIAIS: UMA ESTRATÉGIA INTERDISCIPLINAR

JACIRA HELENA BRIDI

Canoas, 2006.

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

O USO DE ATIVIDADE LABORATORIAL DE BIOLOGIA – TESTE ALLIUM CEPA – NO ENSINO DE MATEMÁTICA NAS SÉRIES INICIAIS: UMA ESTRATÉGIA INTERDISCIPLINAR

JACIRA HELENA BRIDI

Orientadora: Profa. Dra. Juliana da Silva

Co-Orientadora: Profa. Dra. Marilaine de Fraga Sant’Ana

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Canoas, 2006.

AGRADECIMENTOS

Este momento é muito especial em minha vida. É mais uma etapa concluída, mais um objetivo atingido. Alcançar meus sonhos é muito importante em minha vida. Por isso, não deixo de sonhar, sou persistente. Se quero alguma coisa, luto. Não abaixo a cabeça e não deixo que nada desvie o meu caminho. No decorrer destes dois anos, foram muitas as pessoas com as quais me relacionei e tiveram parte significativa nesta etapa. Esta é a hora de agradecer por esta minha conquista por isso quero agradecer:

- A Deus e aos meus Pais pela vida, pela força, coragem e garra que com certeza depositaram em mim;

- Aos meus amados filhos: Bruna, Natália, Luiz Henrique e Luma, pela paciência, ajuda, compreensão e carinho que sempre me ofereceram, destacando em especial a companhia da Natália e da Luma que inclusive mudaram de cidade para podermos ficar juntas nesta sofrida caminhada.

- A Gilmar Mioni, pelo carinho e compreensão nesta árdua caminhada;

- Aos meus genros, Vinícius pelo carinho compreensão e principalmente pelas ajudas de informática, Jean Luca pelo carinho e compreensão.

- A minha amada irmã Jaciara Bridi Basso pelo carinho, compreensão e incentivo nas horas mais difíceis desta caminhada, bem como as traduções feitas por ela e sua filha Raquel Bridi Basso;

- Ao meu sobrinho Dieisson Bridi, pela paciência ao gravar meus Cd's de apresentação;

- A minha tia de coração Maria Terezinha Bavaresco, pelo carinho e incentivo;

- A todos os meus familiares, pelo apoio e compreensão;

- A professora Liane Teresinha Wendling Roos, pelo incentivo, carinho, e ajuda nas horas em que eu queria desistir;

- Aos colegas de mestrado, Sirlei, Sandra e Paulo, que com certeza fizeram a diferença para que eu não desistisse;

- A E.M.E.F. Oswaldo Aranha, rede municipal de ensino disponibilizou a turma e o laboratório de ciências e informática, para que pudéssemos realizar esta pesquisa;

- A professora Maria do Carmo Cerveira, que foi maravilhosa na parceria do desenvolvimento deste trabalho em sua turma da E.M.E.F. Oswaldo Aranha e hoje como Diretora da Escola me deu forças e condições para que eu conclui-se este trabalho;

- A Márcia R.T. Aguiar Vice-Diretora da Escola, pelo seu carinho compreensão e seu ombro amigo;

- Ao supervisor José A. L. Pereira que sempre esteve disposto a me ouvir e acreditou em meu trabalho;

- A Marlene Kraskin orientadora da escola pela sua compreensão nas horas que precisei;

- As minhas amigas e colegas de trabalho Elisabeth S.da Silva e Enilza M.A. Walter que sempre estiveram dispostas a escutar minhas lamentações e me deram forças necessárias para que eu não desistisse;

- A minha amiga e colega de trabalho Rosália Hillesheim, que me deu apoio em momentos difíceis, mesmo durante as férias sempre me ofereceu seu ombro amigo, suas palavras de incentivo, que com certeza me deram forças para seguir e vencer as batalhas;

- A amiga e colega Patrícia Aragão, que sempre foi maravilhosa ajudando-me nas correções do português e Tatiana Keller no Inglês;

- As secretária e funcionárias da escola, que sempre me atenderam com carinho e disposição;

- A todos os demais colegas de trabalho, que me substituíram nas horas que precisei me ausentar da Escola, e que me apoiaram nas horas que precisei de uma palavra de incentivo;

- Ao CAE (Colégio Adventista de Esteio), rede particular de ensino que disponibilizou a turma e o laboratório de ciências e informática, para que pudéssemos realizar esta pesquisa;

- A professora Ester Fávaro, que foi maravilhosa na parceria do desenvolvimento deste trabalho em sua turma no CAE;

- Ao Diretor, supervisor e orientadores do CAE, pela atenção e acolhida;

- Ao Daniel Rampon, pela atenção e disposição em nos atender quando solicitado;

- Ao Prof Arno Bayer, coordenador do mestrado, sempre paciente tentando me entender e acompanhando meus passos e tropeços;

- A professora Marilaine de Fraga Sant'Ana, minha co-orientadora, pela paciência, carinho, dedicação e incentivo na minha caminhada.

- A professora Juliana da Silva, minha orientadora, pela ajuda, carinho, dedicação, e incentivo nesta etapa tão importante para a construção do meu conhecimento.

- Enfim, agradeço a todos que de uma forma ou outra contribuíram para que hoje concluísse esta minha formação.

- Dedico esta vitória a quatro pessoas extraordinárias e maravilhosas que são minha vida: Bruna, Natália, Luiz Henrique e Luma, meus filhos. Amo vocês!

“Eu educo hoje com os valores que aprendi ontem para pessoas que são o amanhã.

Os valores de ontem, os conheço.

Os de hoje, percebo alguns. Dos de amanhã não sei.

Se só uso os de ontem, não educo: condiciono.

Se só uso os de hoje, não educo: complico.

Se só uso os de amanhã, não educo: faço experiências à custa dos alunos.

Se só uso os três, sofro. Mas educo.

Por isso, educar é perder sempre, sem perder-se.

Educa quem for capaz de fundir ontens, hojes e amanhãs,

transformando-os num presente onde o amor seja a base.

Educa quem for capaz de dotar os seres dos elementos de interpretação dos vários presentes que lhe surgirão repletos dos passados em seus futuros”.

Artur da Távola

“Há sempre um AMANHÃ...

Persistir sempre...

Desistir nunca!”.

(Autor desconhecido)

RESUMO

Devido às diferentes dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de matemática, este trabalho teve como objetivo verificar a eficácia de uma proposta metodológica na prática de Biologia - de forma interdisciplinar - no processo de aprendizagem em Matemática. Este estudo foi desenvolvido com duas turmas de 4ª série do ensino fundamental das redes pública e particular de Esteio - RS, onde foram realizadas atividades práticas laboratoriais de Ciências. Utilizou-se como estratégia o método *Allium cepa* para a verificação do ensino-aprendizagem no estudo de frações, medidas e gráficos, proporcionando, assim, uma oportunidade para que os alunos pudessem construir o conhecimento sobre estes temas. A aplicação da atividade laboratorial - teste *Allium cepa* - junto aos estudantes, possibilitou a estimulação, a observação e o registro de dados, da mesma forma que promoveu o método de pensamento científico simples e de senso comum, proporcionando o desenvolvimento de habilidades manipulativas, o que motivou e manteve o interesse pelos assuntos em questão, bem como tornou o fenômeno mais real por meio da experiência. Perante os resultados, podemos ainda observar que a aplicação do teste *Allium cepa*, através do desenvolvimento de modelos matemáticos, proporcionou a interdisciplinaridade, a mudança de rotina de sala de aula, além de esclarecimentos frente aos conteúdos matemáticos trabalhados.

Palavras-Chave: Interdisciplinaridade, Laboratório de Biologia, Modelo Matemático, Ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

Due to the various difficulties in the process of teaching and learning in mathematics, this project had as an objective the verification of the effectiveness of a methodological biology proposal using an interdisciplinary method in the process of learning mathematics. This study was developed using two groups of fourth grade elementary school students from public and private schools in Esteio – RS, where the science laboratory activities where conducted. The method *Allium cepa* was used as a strategy for the verification of teaching and learning fractions, measurements and graphs, providing the students with the opportunity to build on their knowledge in these areas. With the use of the *Allium cepa* Test alongside the students, motivation, observation and data recording were made possible. Simple scientific thinking and common sense were also stimulated allowing for the development of manipulative abilities, motivating and captivating interest in the subject, as well as making the issue more concrete through the means of first-hand experience. Looking at the results it can be observed that the application of the *Allium cepa* Test, a biology laboratory activity using mathematical models, motivated interdisciplinary work, change in routine in the classroom, as well as clarifications in mathematical contents such as fractions and graphs. The use of models in the interdisciplinary form which we are proposing in this dissertation has proved positive in regards to the participation and involvement of the students during the activities, as well as in their levels of learning the subjects in question.

Key-words: interdisciplinarity, mathematical model, laboratory biology, teaching learning process.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS E QUADROS

1 INTRODUÇÃO

1.1 O ENSINO DE MATEMÁTICA NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Na reflexão sobre o ensino da Matemática algumas questões são colocadas: Por que grande parte dos alunos apresenta dificuldades e baixo rendimento em Matemática? Como propor um trabalho de sala de aula que capacite os futuros professores a atuar de tal modo que promovam o aprendizado da Matemática nas quatro primeiras séries do Ensino Fundamental? Um dos fatores fundamentais apontados por pesquisadores da área da educação para a perpetuação do ensino mecanicista é a formação do professor. Segundo Frare (*apud* VANELLI, 2002), no que tange a Matemática, a deficiência dos cursos de formação de professores para o Magistério explica o fracasso do ensino de Matemática nas séries iniciais do 1º grau. Pesquisas realizadas pela Fundação Carlos Chagas, encomendadas pelo MEC através do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) em 1989(*apud* VANELLI, 2002), constataram que futuros professores das séries iniciais:

a) Não conseguem entender conceitos como o de fração;

b) Poucos dominam as quatro operações;

c) A grande maioria apresenta dificuldades na área da geometria.

O despreparo dos futuros e já atuantes professores das séries iniciais, frente a Matemática é preocupante, pois contribui para uma crise no ensino da mesma. Borges,(*apud* VANELLI, 2002) afirma: “Em primeiro lugar, o professor necessita ter uma ampla visão da Matemática, o que é conseguido através de um domínio razoável de seu conteúdo”. Nesse sentido o professor não deve acomodar-se, precisa ir a busca da melhoria da qualidade do seu ensino. Outro aspecto a ser considerado é o desgosto por matemática apresentado pelos professores, que é tão preocupante quanto o despreparo destes diante dos conteúdos matemáticos (VANELLI, 2002).

Segundo o Plano Curricular Nacional – PCN (1997) a matemática no Ensino Fundamental não deve ser vista apenas como pré-requisito para estudos posteriores, é preciso que o ensino desta disciplina esteja voltado à formação do cidadão, que utiliza cada vez mais conceitos matemáticos em sua vida diária. As pessoas aplicam conceitos numéricos, fazem operações, calculam medidas e utilizam raciocínio lógico, sempre, no seu dia-a-dia. Estas são habilidades que devem ser desenvolvidas nas primeiras séries escolares.

Segundo Araújo e Luzio (2004) de acordo com o Saeb, principal avaliação sobre o aprendizado das crianças brasileiras, o desenvolvimento de habilidades básicas em matemática vem se revelando insuficiente. A análise dos resultados, feita por meio de uma escala única de desempenho, mostra que 13% dos alunos da quarta série não demonstraram, na resolução dos testes em 2001, habilidades passíveis de serem descritas na escala. São estudantes que estão no estágio muito crítico, não construíram competências necessárias para resolver problemas com números naturais, seja de multiplicação ou de divisão ou mesmo de soma e de subtração. Esse contingente representa, de forma inequívoca, o analfabetismo matemático. Isso porque, após quatro anos de escolarização não construíram competências básicas necessárias para o cotidiano e para prosseguirem no segundo ciclo do ensino fundamental. Os demais estudantes da quarta série, embora revelem algumas competências desenvolvidas, também estão muito aquém do desejável e do necessário. Desses, 19% encontram-se no primeiro nível da escala, e apenas dominam a habilidade de calcular uma área de figuras geométricas simples desenhadas em uma malha quadriculada somando os lados da figura. Pouco mais de 20% localizam-se no segundo nível da escala de desempenho, e demonstram apenas capacidade de resolver problemas envolvendo adições de pequenas quantidades em dinheiro. Esses dois níveis podem ser denominados como críticos. Portanto, 52% dos estudantes brasileiros de 4ª série estariam nos estágios muito crítico e crítico de habilidades de matemática.

Porém, segundo os autores Araújo e Luzio (2004), há aspectos que são ainda mais fundamentais, trata-se da qualificação dos professores e de sua responsabilização como profissionais. A maioria deles possui 11 anos, em média, de escolaridade. São oriundos do antigo magistério ou de outras modalidades de ensino médio. O problema não reside em seu nível de escolarização, mas sim na sua preparação para lecionar a matemática básica. A dificuldade maior reside no fato de que nos antigos cursos de magistério, e mesmo nos atuais oferecidos pelas faculdades de educação, a preparação para o ensino da matemática está sendo ineficiente para gerar aprendizagem adequada. Pode ser que a maioria desses professores domine as habilidades de matemática pertinentes às quatro séries iniciais de escolarização. No entanto, é muito provável que não dominem as competências e habilidades para lecionar a matemática nesse nível. A pesquisa em educação matemática tem avançado no mundo e no Brasil. Há experiências em diversos centros de estudos dessa área. Tal avanço deve ser levado aos professores da educação básica. Eles devem dominar as estratégias de ensino baseadas no conhecimento de como a criança de sete a dez anos de idade constrói o conceito de número e figuras geométricas. Precisam conhecer melhor as estratégias que promovam o bom ensino e estarem preparados para escolher, dentre os livros didáticos disponíveis, aqueles que melhor se adaptam às necessidades da qualidade da educação. É fundamental que os professores sejam orientados a como trabalhar com o livro didático e utilizar outros recursos pedagógicos.

A melhor preparação dos docentes por si só não é suficiente. Eles também precisam ser cobrados a ministrar o conteúdo previsto em cada uma das séries, além de serem valorizados e bem pagos. Caso contrário, o déficit dos estudantes, em termos de competências básicas em matemática, irá persistir e prejudicar a escolarização nos anos posteriores (ARAÚJO E LUZIO, 2004).

Eckhardt (2001) apresenta como uma possível solução no processo de ensino-aprendizagem o uso de laboratórios de matemática. O autor comenta que os professores através desta estratégia sofreriam uma desequilibração no seu saber, saber fazer e no ser professor, caracterizando uma etapa de contraposição ao modelo que atuavam, passariam a repensar sua prática. Com as “oficinas do laboratório” começariam a inovar, re-elaborar seus traumas, e ao se formarem grupos de estudos ocorreria um amadurecimento do conhecimento conscientemente provisório, uma realização de fato e uma ação crítica, levando a um envolvimento nos projetos mais amplos da escola de forma coletiva.

Segundo Matos e Valadares (2001), o professor que pretende explorar as atividades experimentais para que os seus alunos aprendam a ciência de um modo mais significativo, e para o desenvolvimento neles das mais variadas capacidades que serão fundamentais no seu futuro, terá de criar um ambiente construtivista de aprendizagem e adotar estratégias investigativas. Pensa-se que este ambiente favorecerá os alunos dos mais variados graus de ensino. Esta atividade desenvolve nos alunos capacidades e atitudes que vão muito para além do que se consegue com o ensino tradicional, em que o aluno era encarado como um receptáculo mais ou menos passivo de conhecimentos. Nesta linha, preconiza-se que o aluno seja orientado no sentido de exprimir suas idéias, planear, prever, executar e rever procedimentos e essas idéias. Muito importante, também, é escutar os alunos. Tal como afirma Matos e Valadares (2001), "observar, esperar, ouvir e questionar é uma seqüência útil a seguir". Ouvindo o que os alunos dizem, melhor se poderá entender como pensam, como vão construindo os seus conhecimentos, e melhor se poderão orientar e ajudar a enriquecer os seus modelos mentais.

Borges (1997, 2001) comenta que para as atividades práticas sejam efetivas em facilitar a aprendizagem, elas devem ser cuidadosamente planejadas levando em conta os objetivos pretendidos, os recursos disponíveis e as idéias prévias dos estudantes sobre o assunto. Segundo Moreira e Levandowski (1983), o ensino utilizando atividades de laboratório deve ser investigado de uma forma mais eficiente, pois muito tem sido realizado na forma de o aluno receber um roteiro com algumas instruções para chegar a um resultado pré-determinado. Desta forma o ensino de laboratório sob diferentes ângulos, deve ser avaliado quanto seu efeito na aprendizagem do aluno.

Os professores das séries iniciais sentem necessidade de ouvir e serem ouvidos sobre as problemáticas que acontecem no cotidiano da sala de aula (ÂNGELO E STREY, 2002). Os mesmos autores, concluem sobre a necessidade de oportunizar aos professores encontros regulares com profissionais envolvidos com a educação matemática nas séries iniciais, nos quais os professores tenham a oportunidade de estudar tanto questões teóricas relacionadas ao ensino-aprendizagem da matemática, quanto a questões específicas de determinados conteúdos, com aplicação prática para a sala de aula. Seria um momento de troca de experiências, de discutir ações pedagógicas, de analisar propostas existentes, enfim de refletir sobre possíveis caminhos para o processo de transposição didática nas séries iniciais. Desta forma, em grupo buscar trazer problemas reais, transformá-los em problemas matemáticos e resolvê-los de forma não distante da realidade. Para Bassanezi (2004) isto nada mais é que o uso de modelos para matemática. Não seria esta uma das melhores formas de ensinar Matemática? Não seria uma forma de afastar os anseios que atingem tanto professores quanto os alunos?.

1.2 MODELOS E MODELAGEM MATEMÁTICA

Biembengut (2003) lembra que no Brasil um dos primeiros trabalhos de modelagem no ensino foi do professor Aristides Camargos Barreto, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (RJ), na década de 1970. A consolidação e a difusão se efetuaram por vários professores, em particular, pelo professor Rodney Bassanezi, da Unicamp de Campinas (SP). Biembengut em seu trabalho, ainda esclarece o que é modelo e modelagem matemática, como utilizar a essência da modelagem no ensino e na aprendizagem – modelação matemática - e como o professor pode aprender modelação para ensinar Matemática. O autor define modelagem como a arte de modelar, que modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo, sendo assim, uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirva, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias.

Pode-se dizer que matemática e realidade são dois conjuntos disjuntos e a modelagem é um meio de fazê-los interagir. Essa interação que permite representar uma situação “real” com “ferramenta” matemática envolve uma série de procedimentos. Esses procedimentos podem ser agrupados em três etapas:

a) Interação

- Reconhecimento da situação-problema;

- Familiarização com o assunto a ser modelado – referencial.

b) Matematização

- Formulação do problema – hipótese;

- Resolução do modelo-avaliação.

c) Modelo matemático

- Interpretação da solução;

- Validação do modelo-avaliação.

A modelagem matemática parte de uma situação/tema e sobre ela desenvolve questões, que tentarão ser respondidas mediante o uso de ferramental matemático e de pesquisa sobre o tema. Devido às dificuldades de adaptação aos currículos e também de que inicialmente não poder se saber por onde o modelo passará, devem ser feitas algumas adaptações que tornem possível a utilização da modelagem matemática. A modelagem deve ser utilizada como metodologia de ensino-aprendizagem sem perder a linha mestra que é o favorecimento à pesquisa e posterior criação de modelos pelos alunos (BIEMBENGUT, 2003).

Na modelação o professor pode optar por escolher determinados modelos, fazendo sua recriação em sala, juntamente com os alunos, além de obedecer ao currículo proposto. A condição necessária para que o professor implemente modelagem no ensino (modelação), é ter audácia, grande desejo de modificar sua prática e disposição de conhecer e aprender.

Para Bassanezi (2004) 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. Segundo o autor, no setor educacional, a aprendizagem realizada por meio de modelagem facilita a combinação dos aspectos lúdicos da matemática com seu potencial de aplicações. Bassanezi (2004) diz acreditar que os professores de matemática, considerados paramatemáticos, tem obrigação de mostrar aos alunos as duas possibilidades que na verdade se completam: tirar de um “jogo” resultados significativos (matemática aplicada) ou montar um “jogo” com regras fornecidas por uma realidade externa (criação de matemática). A modelagem fomenta essas possibilidades num processo de ensino-aprendizagem em que a matemática pode ser encarada como um jogo maior em que os perdedores são aqueles que não conseguem se divertir jogando. Isto é o que ocorre muitas vezes, por deficiência dos próprios treinadores, que estão mais preocupados com as regras do jogo do que com o prazer de efetivamente jogar. Ensinar pela “modelagem” é uma proposta metodológica que encerra as atividades do modelador, exige mudança na postura do educador frente à matemática e seu ensino (BEAN, 2001).

Quando se procura refletir sobre uma porção da realidade, na tentativa de explicar, de entender, ou de agir sobre ela, o processo usual é selecionar, no sistema, argumentos ou parâmetros considerados essenciais e formalizá-los através de um sistema artificial: o *modelo* (BASSANEZI, 2004).

A ambigüidade do termo *modelo*, usado nas mais diversas situações, leva a ser considerado o que concerne à representação de um sistema. Dois tipos de modelos são considerados por Bassanezi (2004) como principais:

- Modelo Objeto: é a representação de um objeto ou fato concreto; suas características predominantes são a estabilidade e a homogeneidade das variáveis. Tal representação pode ser pictórica (um desenho, um esquema compartimental, um mapa, etc.), conceitual (fórmula matemática), ou simbólica. A representação por estes modelos é sempre parcial deixando escapar variações individuais e pormenores do fenômeno ou do objeto modelado. Um modelo epidemiológico (sistema de equações diferenciais) que considera o grupo de infectados como sendo homogêneo onde todos os seus elementos têm as mesmas propriedades é um exemplo de um modelo objeto; um desenho para representar o alvéolo usado pelas abelhas é também um modelo deste tipo.

- Modelo teórico: é aquele vinculado a uma teoria geral existente – será sempre construído em torno de um modelo objeto com um código de interpretação. Ele deve conter as mesmas características que o sistema real, isto é, deve representar as mesmas variáveis essenciais existentes no fenômeno e suas relações são obtidas através de hipóteses (abstratas) ou de experimentos (reais).

Modelo matemático é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado. A importância do modelo matemático consiste em se ter uma linguagem concisa que expressa nossas idéias de maneira clara e sem ambigüidades, além de proporcionar um arsenal enorme de resultados (teoremas) que propiciam o uso de métodos computacionais para calcular suas soluções numéricas.

Os modelos matemáticos podem ser formulados de acordo com a natureza dos fenômenos e com as situações analisadas, sendo classificadas conforme o tipo de matemática utilizada:

- Linear ou não-linear, conforme suas equações básicas tenham estas características;

- Estático, quando representa a forma do objeto, por exemplo, a forma geométrica de um alvéolo; ou Dinâmico quando simula variações de estágios do fenômeno - por exemplo, crescimento populacional de uma colméia;

- Educacional, quando é baseado em um número pequeno ou simples de suposições tendo, quase sempre, soluções analíticas. O modelo presa-predador de Lotka-Volterra é um exemplo típico de tais modelos. O método empregado por tais modelos envolve a investigação de uma ou duas variáveis, isoladas da complexidade das outras relações fenomenológicas. Geralmente estes modelos não representam a realidade com o grau de fidelidade adequada; ou Aplicativo é aquele baseado em hipóteses realísticas e, geralmente, envolve inter-relações de um grande número de variáveis fornecendo em geral sistemas de equações com diferentes parâmetros (BASSANEZI, 2004).

Segundo Biembengut (2003), muitas situações do mundo real podem apresentar problemas que requeiram soluções e decisões. Alguns desses problemas contêm fatos matemáticos relativamente simples, envolvendo uma matemática elementar, como:

- O tempo necessário para percorrer uma distância de quarenta quilômetros, mantendo-se a velocidade do veículo a uma média de oitenta quilômetros por hora;

- O juro cobrado por uma instituição financeira a um determinado empréstimo;

- A área de um terreno de forma triangular.

Seja qual for o caso, a resolução de um problema, em geral quando quantificado, requer uma formulação matemática detalhada. Nessa perspectiva, um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real, denomina-se "modelo matemático".

Ainda segundo a autora, na ciência, a noção de modelo é fundamental. Em especial a Matemática, com sua arquitetura, permite a elaboração de modelos matemáticos, possibilitando uma melhor compreensão, simulação e previsão do fenômeno estudado.

Um modelo pode ser formulado em termos familiares, utilizando-se expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, programas computacionais, etc. Por outro lado, quando se propõe um modelo, ele é conveniente de aproximações nem sempre realizadas para se poder entender melhor o fenômeno, e tais aproximações nem sempre condizem com a realidade. Seja como for, um modelo matemático retrata, ainda que em uma visão simplificada, aspectos da situação pesquisada (BIEMBENGUT, 1999).

O uso de modelos e modelagem no ensino tem sido um tema recorrente de pesquisa na área de educação científica (KAPRAS *et al.*, 1997; GILBERT E BOULTER, 1998). Essas pesquisas revelam o papel desempenhado pelos modelos na aprendizagem de conteúdos científicos (NERSESSIAN, 1995). Harrison e Treagust (2000) também sinalizam que os modelos matemáticos são os mais apreciados pelos cientistas, pois tendem a cumprir um rol prioritário nas explicações por serem os mais plausíveis, parcimoniosos, generalizáveis e frutíferos e são dos tipos causais e preditivos. Em menor quantidade, trabalhos dedicaram-se a avaliar as formas e resultados de atividades de modelização no ensino de ciências (TIBERGHIEN, 1994). Justi e Gilbert (2001) demonstram a importância de modelos também para esta área. O ensino centrado na modelação tem se convertido, nos últimos anos, em um dos focos das discussões para a melhoria da aprendizagem dos conceitos científicos no ensino universitário, sendo a determinação de estratégias didáticas mais adequadas para facilitar este processo, um tema central das investigações (SANTOS E GRECA, 2005). Porém, poucas pesquisas têm discutido o tema no que se refere a apresentação de modelos em livros de ciências. Modelos científicos são extensamente apresentados nos livros didáticos como fatos estáticos. Isso reduz a possibilidade de se criar estratégias de ensino construtivistas, uma vez que os livros raramente convidam os alunos a efetivamente construir, testar e revisar modelos (VAN DRIEL E VERLOOP, 2002).

A busca de novas alternativas para o ensino vem mostrando que a matemática oferece um campo riquíssimo para a proposição de situações desafiadoras nas quais não se visa exclusivamente a fixação de conteúdos, mas se incentiva a criatividade e a originalidade paralelamente à observação, análise e raciocínio lógico (CARRETONI, 1986). Talvez o uso de atividade laboratorial de ciências pudesse propiciar estas situações desafiadoras e interdisciplinares.

Justi e Gilbert (2001) observam que para que os alunos tenham uma visão mais abrangente sobre modelos é imprescindível que seus professores reconheçam a importância dos mesmos no ensino, bem como compreendam claramente a natureza de modelo e modelagem.

1.3 FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Nos últimos 30 anos, o que mais se encontra na literatura, sobre formação docente em geral são temas que configuram problemas, que expressam constatações de que geralmente os professores têm sido mal formados e que, por isso, não estão preparados para dar “boas aulas” em qualquer nível de escolaridade. Por outro lado é essa mesma literatura que vem apontando inúmeras contribuições oriundas de pesquisas no sentido de melhorar tal formação (ROSA, 2002). No entanto, os anos passam, mas tanto problemas quanto sugestões se repetem, de forma tal que parece que pouca coisa de fato muda. É, sobretudo a falta de integração que caracteriza o modelo usual de formação docente nos cursos de licenciatura, posto que este é calcado na *racionalidade técnica.* Com base nesse modelo, os currículos de formação profissional tendem a separar o mundo acadêmico do mundo da prática. Por isso, procuram propiciar um sólido conhecimento básico-teórico no início do curso, ao final, chegarem à prática profissional com os estágios usuais de final de curso. A formação docente em cursos de licenciaturas ou em ações de formação continuada tem como principal proposta à de que os professores universitários (formadores de professores) estabeleçam parcerias com os professores de ensino médio e fundamental (ROSA, 2002).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Nº 9.394, de 20/12/1996, no artigo 2º, estabelece que “a educação tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1996). Envolve, portanto, o desenvolvimento dos aspectos pessoal e político dos professores e alunos, implicando que a educação e, especificamente, a formação de professores vise o desenvolvimento das múltiplas capacidades do indivíduo, das relações de autonomia e não tenha como objetivo, somente, o aspecto cognitivo de ambos.

Freire (1996) coloca muito bem que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. A deficiência na formação de professores parece ser um problema antigo, apesar das várias tentativas de mudanças nas leis de ensino, ocorre desde a implantação da 1ª Escola Normal no Brasil, até os dias atuais, pós-publicação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394 de 20/12/1996) (VANELLI, 2002).

A educação enfrenta em geral grandes problemas. O que é considerado mais grave, e que afeta particularmente a educação matemática de hoje, é a maneira deficiente como o professor é formado. Há inúmeros pontos críticos na atuação do professor, que se prendem a deficiências em sua formação. Esses pontos são essencialmente concentrados em dois setores: falta de capacitação para conhecer o aluno e obsolescência dos conteúdos adquiridos nas licenciaturas, desta forma, ressalta-se a importância na busca de novas estratégias de ensino em matemática, que de forma interdisciplinar, e dentro da realidade facilitem o processo de aprendizagem (D'AMBROSIO, 1996). A ênfase interdisciplinar na formação de professores e pesquisadores de diferentes áreas tem sido tema de diferentes trabalhos (GROSS, 2004).

1.4 INTERDISCIPLINARIDADE

Segundo os PCNs (1997), existe a necessidade de uma visão interdisciplinar dos conhecimentos e, de uma ampliação do significado do conteúdo escolar.

A formação interdisciplinar constitui-se uma exigência básica na sociedade contemporânea. Deve ser tomada como um imperativo dos mais importantes das novas condições da produção do conhecimento científico, como também das novas condições de ser e de estar no mundo em rede. Uma formação interdisciplinar está em sintonia com o tempo/espaço do qual faz parte, insiste nas ações em movimento, e suas produções são contextualizadas (SIQUEIRA, 2003). O mesmo autor comenta que trabalhar a interdisciplinaridade não significa negar as especialidades e objetividade de cada ciência. A interdisciplinaridade tem que respeitar o território de cada campo do conhecimento, bem como distinguir os pontos que os unem e que os diferenciam. Essa é a condição necessária para detectar as áreas onde se possam estabelecer as conexões possíveis.

A interdisciplinaridade enquanto aspiração emergente de superação da racionalidade científica positivista aparece:

(a) como entendimento de uma nova forma de institucionalizar a produção do conhecimento nos espaços da pesquisa;

(b) na articulação de novos paradigmas curriculares;

(c) na comunicação do processo de perceber as várias disciplinas;

(d) nas determinações do domínio das investigações;

(e) na constituição das linguagens partilhadas;

(f) na pluralidade dos saberes;

(g) nas possibilidades de trocas de experiências;

(h) nos modos de realização da parceria.

Esta realização integrativa-interativa permite-nos visualizar um conjunto de ações interligadas de caráter totalizante e isenta de qualquer visão parcelada, superando-se as atuais fronteiras disciplinares e conceituais (PEREIRA E SIQUEIRA, 1995).

Segundo Botelho (2005), a perspectiva do trabalho interdisciplinar implica uma trama complexa de concepções, princípios e conceitos para a realização de uma transposição didática adequada e eficiente. É necessário que responda tanto aos objetivos gerais do projeto interdisciplinar como às necessidades pontuais de cada disciplina em particular, sabendo-se que nenhuma disciplina isoladamente poderá dar respostas à complexidade das problemáticas da contemporaneidade. Quando se fala de Educação isto implica falar de cultura, globalização, mercado, de novas tecnologias e meios de comunicação no século XXI. Ainda segundo o autor, trabalhar de forma interdisciplinar e multi-referencial significa trabalhar com o propósito de que o desenvolvimento das competências escolares seja uma aprendizagem significativa, “para a vida”, em qualquer espaço curricular.

Para Piaget (*apud* ABUD, 1999) as relações entre as disciplinas podem se dar através de três níveis: multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar. Na multidisciplinaridade, recorremos a informações de várias matérias para estudar um determinado elemento, sem a preocupação de interligar as disciplinas entre si. Na interdisciplinaridade, estabelecemos uma interação entre duas ou mais disciplinas. Na transdisciplinaridade, a cooperação entre as várias matérias é tanta, que não dá mais para separá-las: acaba surgindo uma nova "macrodisciplina". Um exemplo de transdisciplinaridade é a teoria explicativa do funcionamento das sociedades. Esse é o estágio de cooperação entre as disciplinas mais difícil de ser aplicado na escola, pois há sempre a possibilidade de uma disciplina "imperialista" sobrepor-se às outras.

Quanto de matemática tem a biologia? Muito e, provavelmente, cada vez mais. A cada dia, são inventadas novas formas de utilização de ferramentas da matemática para se tentar compreender fenômenos biológicos. Porém, esta transdisciplinaridade não é algo recente quando se trata de biologia e matemática, que são áreas do conhecimento que sempre se complementaram para interpretar a natureza. Para o biólogo e bioinformata Felipe Rodrigues, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, a estatística é hoje a melhor aproximação que podemos ter de alguns fenômenos biológicos, justamente pelo fato de os fenômenos biológicos terem muitas variáveis ainda desconhecidas ou incontroláveis (SCHOBE, 2003). Segundo o mesmo autor, depois de Aristóteles, muitos outros cientistas, como Mendel que elaborou as primeiras matematizações da genética, mostraram que a matemática sempre foi uma área de conhecimento útil para a biologia. Na opinião de Meyer, desde os anos 50 do século XX a interação entre a matemática e a biologia tem sido intensificada, o que não significa que a biologia esteja se transformando em uma ciência exata.

O ensino baseado na interdisciplinaridade proporciona uma aprendizagem muito mais estruturada e rica, pois os conceitos estão organizados em torno de unidades mais globais, de estruturas conceituais e metodológicas compartilhadas por várias disciplinas (ABUD, 1999).

Segundo Ausubel (*apud* MORAES, 2000), o conhecimento que um indivíduo adquire não é simplesmente uma interiorização do meio, nem é apenas resultado do desenvolvimento de disposições inatas do sujeito. O conhecimento é construído pelo que aprende através da interação com o meio, num processo de assimilação, acomodação e equilibração constantes (aprendizagem significativa). Entre as estratégias de ensino consideradas construtivistas e interdisciplinares encontram-se as atividades práticas-laboratoriais.

Segundo os PCNs:

> "A aprendizagem será significativa na medida em que os alunos consigam estabelecer relações entre conteúdos escolares e conhecimentos previamente construídos, que atendam as expectativas, intenções e propósitos de aprendizagem do aluno (1997)."

1.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA[1]

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. Estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo.

---

[1] Adaptado de Moreira (1999)

Portanto, segundo Ausubel, uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo.

Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa: (a) representacional, (b) de conceitos e (c) proposicional.

(a) Aprendizagem representacional: é o tipo mais básico de aprendizagem significativa, do qual as demais dependem. Envolve a atribuição de significados a determinados símbolos (tipicamente palavras) isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes(objetos,eventos,conceitos). Os símbolos passam a significar, para o individuo, aquilo que seus referentes significam.

(b) Aprendizagem de conceitos: é, de certa forma, uma aprendizagem representacional, pois conceitos são também representados por símbolos particulares, porém, são genéricos ou categóricos, representam regularidades em eventos ou objetos.

(c) Aprendizagem proposicional: contrariamente à aprendizagem representacional, a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas sim, aprender o significado de idéias em forma de proposição. De um modo geral, as palavras combinadas em uma sentença para constituir uma proposição representam conceitos. A tarefa, no entanto, também não é aprender o significado dos conceitos (embora pré-requisito), e, sim, o significado das idéias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob forma de uma proposição, ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõe a proposição.

Para Ausubel, o aspecto cognitivo é a sua maior preocupação. A motivação para ele é crescente no momento em que o aluno conhece os objetivos do ensino, que devem ser claros e relacionados com o imediato. Para ele, motivação é a própria aprendizagem.

Na tentativa de interpretar a teoria de assimilação de David Ausubel, Joseph Novak chega à conclusão de que esquemas e diagramas são úteis para ilustrar a teoria da aprendizagem significativa. Novak cria, então, Mapas Conceituais - que consiste em um esquema para cartografar, de forma hierárquica, os conceitos presentes em um conhecimento. Seu objetivo inicial era auxiliar a definição de seqüências instrucionais e o planejamento de currículos. Atualmente, Mapas Conceituais são empregados em diversas atividades do processo ensino-aprendizagem, inclusive na construção de hipertextos educacionais.

A teoria de Piaget não é uma teoria propriamente de aprendizagem e sim uma teoria de desenvolvimento mental. Piaget não enfatiza o conceito de aprendizagem, talvez por não concordar com a definição usual de "modificação do comportamento resultante da experiência". Esta definição traz consigo uma idéia de dependência passiva do meio ambiente, enquanto que, segundo Piaget, na assimilação, o organismo se impõe ao meio (na acomodação, a mente se reestrutura para adaptar-se ao meio). Piaget prefere, então, falar em "aumento do conhecimento", analisando como isto ocorre: só há aprendizagem (aumento de conhecimento) quando o esquema de assimilação sofre acomodação.

Para Vygotsky, o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento. A aprendizagem orientada para níveis de desenvolvimento já alcançados não é efetiva, do ponto de vista do desenvolvimento cognitivo do aprendiz.

Comparando a visão destes teóricos em aprendizagem significativa, pode-se ver que em todas está presente o cognitismo. A atenção de Ausubel está constantemente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, no dia-a-dia da grande maioria das escolas. Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo.

Rogers (1971) define como aprendizagem significante mais do que uma acumulação de fatos. É uma aprendizagem que provoca modificação, quer seja no comportamento do indivíduo, na orientação da ação futura que escolhe, ou nas suas atitudes e na sua personalidade é uma aprendizagem penetrante que não se limita a um aumento de conhecimento. Grande parte da aprendizagem significante é adquirida através dos atos: um dos meios mais eficazes de promover a aprendizagem significante é colocar o aluno em confronto direto com problemas práticos da vida real. A aprendizagem é facilitada quando o aluno participa responsavelmente do processo de aprendizagem.

2 CONSIDERAÇÕES E JUSTIFICATIVAS SOBRE A NATUREZA DO PROBLEMA DA PESQUISA

O estudo realizado fundamentou-se na aplicação da atividade laboratorial de biologia, o teste "*Allium cepa*", isto é, a popularmente conhecida cebola. Justificamos a proposição desta atividade por apresentar característica interdisciplinar e considerarmos a estratégia de Modelos apropriada a esta abordagem por possibilitar um tratamento matemático de situações originárias de outros campos.

Segundo Carretoni (1986) a inteligência é uma função que só se ativa diante de uma situação-problema. O que os alunos precisam é de flexibilidade operatória de seus esquemas de assimilação e não de respostas apreendidas. Quanto menos hábitos intelectuais fixos e mais poder de adaptação a situações novas, mais preparados estarão para a vida.

O professor não ensina: ajuda o aluno a aprender. A busca de novas alternativas para o ensino vem mostrando que a matemática oferece um campo riquíssimo para a proposição de situações desafiadoras nas quais não se visa exclusivamente a fixação de conteúdos, mas se incentiva a criatividade e a originalidade paralelamente à observação, análise e raciocínio lógico (CARRETONI, 1986).

Para tal questão, este trabalho visou oportunizar novas alternativas para a construção do conhecimento em matemática, de forma interdisciplinar.

Precisamos cada vez mais encontrar meios alternativos que possam auxiliar no aprendizado da matemática, para que nosso aluno tenha realmente um aumento do conhecimento frente a esta ciência tão maravilhosa, e ao mesmo tempo tão assustadora para eles. Não podemos ficar de braços cruzados, ministrando aulas tradicionais, temos a obrigação de criar novas alternativas, novos caminhos, proporcionar atividades interdisciplinares, pois assim estaremos contribuindo para a visão mais ampla dos conhecimentos e abrindo um leque para que as outras disciplinas sejam trabalhadas de forma mais significativa. Acreditamos que o gosto por aprender matemática se desenvolve mais facilmente , quando temos estímulos externos, vindos da realidade, de atividades experimentais concretas, onde se pode não apenas imaginar, mas sim manipular, observar, analisar e aplicar a matemática.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver com alunos de duas turmas de 4ª serie, em duas Escolas do Município de Esteio, atividade prática laboratorial de biologia -Teste *Allium cepa* - de forma que estes obtenham uma base de conhecimento, tanto crítica como realista, não só baseado em observações, mas de forma interativa entre conteúdos, que auxilie a compreender melhor o estudo de conteúdos matemáticos, buscando um “aumento de conhecimento”, bem como proporcionar a interdisciplinaridade.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar se o uso do método *Allium cepa* (cebola) nas aulas práticas (laboratório) facilita a compreensão dos conteúdos de matemática, como frações, medidas e gráficos;

- Avaliar se o uso desta metodologia em conjunto com as aulas teóricas proporciona o desenvolvimento de uma visão crítica – tanto conclusiva do que foi realizado, como a extrapolação destas conclusões;

- Avaliar se a metodologia utilizando o teste *Allium cepa* favorece a interdisciplinaridade.

4 METODOLOGIA

4.1 GRUPOS ESTUDADOS

A investigação foi realizada com duas turmas de 4ª série das seguintes escolas: (A) Colégio Adventista de Esteio (conhecido como CAE) (Esteio - RS), turma 41 (Figura 1), composta por 22 alunos, rede particular, turno manhã; (B) Escola Municipal de Ensino Fundamental Oswaldo Aranha (Esteio - RS), turma 42 (Figura 2), composta por 28 alunos, rede pública, turno tarde. A média de idade para ambas as turmas foi de 10 anos. Foi utilizada uma amostra de 16 alunos de cada escola, sendo para o CAE 7 meninos e 9 meninas, e para a Escola Oswaldo Aranha 6 meninos e 10 meninas, pois foram aqueles que participaram de todo o processo da pesquisa. A professora titular de cada turma também fez parte deste estudo. Este trabalho foi desenvolvido no 4º bimestre de 2004.

Figura 1: Turma 41 do Colégio Adventista de Esteio (CAE).

Figura 2: Turma 42 da Escola Oswaldo Aranha.

4.2 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

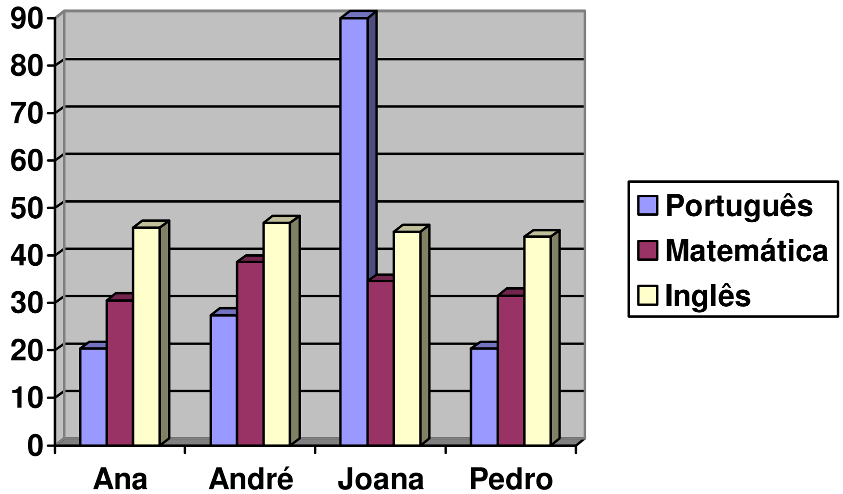
Foram utilizados como instrumentos de coletas de dados para os alunos: o pré e pós-teste. O pré e pós-teste continham as mesmas questões, 2 abertas sobre frações e 1 aberta sobre gráficos(Quadro 1).

1) No estudo das frações, o que entendes por:

a) Conjunto discreto?

b) Conjunto contínuo?

2) O que você entende ao observar este gráfico?



Quadro 1: Questões de pré e pós-teste.

A eficiência da metodologia utilizada na construção do conhecimento foi avaliada através da análise das respostas, dos pré e pós–testes dos 32 alunos, obtidos na instituição pública e na instituição privada, de forma qualitativa e quantitativa. Os pré e pós-testes analisados foram somente os dos alunos que participaram de todo o trabalho, um total de 16 alunos de cada escola.

A comparação dos questionários foi realizada a partir da proposição de categorias de análise, baseado no trabalho de Da Silva e Neto (2003), que refletissem sobre a compreensão a respeito do assunto. As respostas foram analisadas procurando-se pontes em comum, que possibilitassem o agrupamento. Assim o pré e o pós-teste realizados pelos participantes foram agrupados em:

a) **CLASSE 0: Sem resposta -** Resposta do tipo não sei ou em branco;

b) **CLASSE 1: Resposta Pobre** - Respostas que não indicavam compreensão do aluno sobre o tema;

c) **CLASSE 2: Resposta Fraca** - Respostas que manifestam certa compreensão dos conceitos, mas incompleta;

d) **CLASSE 3: Resposta Satisfatória -** Respostas que demonstram compreensão dos elementos científicos mais importantes.

Para permitir uma avaliação geral sobre as respostas para cada questão foi atribuído um valor numérico, referente à Classe. Somando-se os valores atribuídos para cada questão por indivíduo, foi gerado um valor arbitrário. Este índice arbitrário foi atribuído a cada sujeito avaliado, podendo variar de 0 (as três questões classe 0, por tanto 3 X 0) até 9 (as três questões classe 3, por tanto 3 X 3). Para a avaliação geral, realizou-se a média e desvio padrão por grupo, sendo comparados pelo teste estatístico *t-Student*, onde $P < 0{,}05$ foi considerado significativo.

As professoras titulares das turmas (n=2), ao final dos encontros, foram entrevistadas quanto aos seus pareceres sobre a eficiência das atividades realizadas.

4.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Inicialmente foram realizados encontros com as professoras onde a proposta de trabalho foi discutida. Foi proposto para as professoras e alunos o uso do tema cebola - *Allium cepa,* para abordar conteúdos matemáticos como: frações, medidas e gráficos.

O teste *Allium cepa* foi realizado de acordo com o protocolo descrito por BABICH (1997), com algumas modificações e adaptado para o ensino de matemática nas séries iniciais. As cebolas utilizadas no teste devem ser de tamanho pequeno, uniforme, de mesmas origens, não germinadas e saudáveis. Os bulbos foram postos para germinar sobre recipientes apropriados, com a parte inferior mergulhada em solução teste. Cada experimento completo constou de três bulbos, sendo cada um deles mergulhado em solução diferente. Os diferentes grupos de alunos é que decidiram as soluções que os bulbos seriam expostos: (A) Água; (B) Café + Água (duas concentrações diferentes). Após alguns dias de germinação, aproximadamente uma semana, foram feitas tomadas de dados quanto ao desenvolvimento das raízes de acordo com a solução, e com os dados os alunos foram instigados a criar modelos matemáticos para o crescimento das raízes (Figura 3).As atividades foram realizadas em torno de quatro semanas. Com os alunos, pesquisa bibliográfica, discussões e atividade laboratorial foram desenvolvidas.

O teste *Allium cepa* foi escolhido devido a cebola ser amplamente empregada para estudos de toxicidade e genotoxicidade, ter baixo custo, ser de fácil obtenção e manipulação. Este organismo é normalmente empregado para testes de contaminação de águas por afluentes específicos ou poluição em geral. Diferentes autores (FISKEJÖ, 1993; GOMEZ-ARROYO *et al.,* 1986; MA *et al.*, 1995; COTELLE *et al.*, 1999; MARCANO *et al.*, 2004) defendem a metodologia *Allium cepa* como uma das melhores para o monitoramento ambiental, usando-se diferentes parâmetros, como crescimento das raízes e erros na divisão celular, para se obter informações tanto toxicológicas quanto mutagênicas. Desta forma, por esta ampla difusão da metodologia, o teste *Allium cepa* começa a ser recomendado como ferramenta de ensino (BABICH *et al.*, 1997).

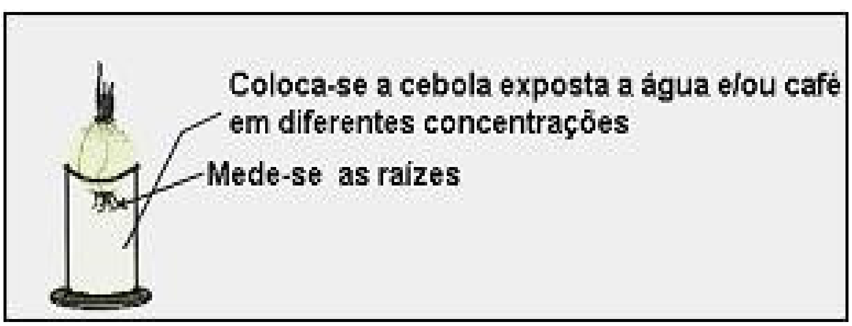


Figura 3: Esquema demonstrando o experimento com *Allium cepa*.

4.4 CONTEÚDOS DISCUTIDOS

Os conteúdos das disciplinas de Biologia, Geografia, História, Português e de forma especial Matemática (visto que as atividades foram desenvolvidas principalmente nestes períodos) foram abordadas de forma interdisciplinar durante a proposição da atividade com *Allium cepa*.

4.4.1 Variáveis Discretas e Variáveis Contínuas

Discreto e contínuo são termos que se referem respectivamente a duas das ações básicas na elaboração da Matemática: contar e medir.

Uma variável é dita quantitativa do tipo discreto se podemos criar uma associação entre seus valores e os números inteiros. Este é obviamente o caso que se tem com idade em anos completos. Por exemplo, número de irmãos de uma pessoa.

Uma variável é dita contínua se pode assumir qualquer valor num subconjunto dos números reais, o que temos, por exemplo, no caso de peso de uma pessoa. Um interesse especial existe do ponto de vista teórico com variáveis contínuas que podem assumir qualquer valor real ou em alguns casos qualquer valor real não negativo (DACHS, 2004).

Segundo Costa Neto (1977), variável será quantitativa quando seus valores forem expressos em números. As variáveis quantitativas podem ser subdivididas em quantitativas discretas e quantitativas contínuas. Essa classificação corresponde aos conceitos matemáticos de discreto e contínuo. Assim, uma variável contínua será aquela que, teoricamente, pode assumir qualquer valor num certo intervalo razoável de variação. A variável discreta, ao contrário, pode assumir apenas valores pertencentes a um conjunto enumerável. Exemplo de variáveis quantitativas discretas: (a) população: casais residentes em uma cidade;(b) as jogadas possíveis de um dado. Essas variáveis são discretas, pois seus possíveis valores são apenas números inteiros não-negativos, havendo, ainda, no caso (b), a restrição de estarem naturaia, ou seja, compreendidos nos naturais entre 1 e 6.

Como variáveis quantitativas contínuas, temos como exemplo: (a) idade da população residente em uma cidade; (b) peso líquido dos sabonetes de certa marca e tipo. Pelos exemplos apresentados, podemos perceber que os valores das variáveis discretas são obtidos mediante alguma forma de contagem, ao passo que os valores das variáveis contínuas resultam, em geral, de uma medição, sendo freqüentemente dados em alguma unidade de medida.

Outra diferença entre os dois tipos de variáveis quantitativas está na interpretação de seus valores. Assim, a interpretação de um valor de uma variável discreta é dada exatamente por esse mesmo valor. Quando dizemos que um casal tem dois filhos, isso significa que o casal tem exatamente dois filhos. A interpretação de uma variável contínua, ao contrário, é a de que se trata de um valor aproximado (COSTA NETO, 1977).

4.4.2 No Estudo das Frações: Conjunto Discreto e Contínuo

Segundo encontramos nos PCNs(1997):

> A interpretação da fração como relação parte/todo supõe que o aluno seja capaz de identificar a unidade que representa o todo (grandeza contínua ou discreta), compreenda a inclusão de classes, saiba realizar divisões operando com grandezas discretas e contínuas.

Nas discussões apresentadas no trabalho de Silva (1997) a autora justifica a inclusão das quantidades contínuas e discretas no estudo dos números fracionários e considera fundamental que o professor perceba as diferenças entre as situações e as ações que envolvem as quantidades discretas e contínuas. Mesmo sendo o mundo das crianças dominado pelo discreto, muito pouco se trabalha este tipo de quantidade no ensino de frações. Vale lembrar que nas quantidades discretas, os elementos ao serem divididos perdem suas características iniciais, como por exemplo, um botão de camisa, que se quebrarmos ao meio, qual sua utilidade? Diferente da quantidade contínua, exemplo um bolo, que ao ser repartido todos poderão apreciar o mesmo sabor.

Segundo Silva (1997), nas quantidades contínuas podemos efetuar a divisão dos objetos, sem que eles percam suas características. Assim entendemos que as crianças precisam manipular e operar com as duas quantidades: Contínua e Discreta, para não conceituarem erroneamente as frações.

Também é interessante ressaltar que ao utilizarmos contextos discretos, estamos proporcionando à criança a ampliação de seus esquemas de relação parte-todo, nesse caso, quando trabalhamos quantidades discretas como unidades, por exemplo, se quisermos representar a fração 3/5 (três quintos) (dividir o todo em cinco partes e tomar três), os subconjuntos que resultam também serão formados, cada um deles por várias quantidades discretas (neste caso duas). Em contraposição as quantidades contínuas, em que as partes encontradas relacionam-se a um único todo. No contexto contínuo, em que as representações mais freqüentes são os diagramas retangulares e circulares, neste caso, o ponto importante é a conservação das áreas (BEZERRA, 2001).

4.4.3 A Importância dos Gráficos

Segundo Flores (2005) saber ler e interpretar dados e informações representadas graficamente vem tomando um lugar de destaque na educação e, particularmente, na educação matemática. A construção de gráficos possibilita a compreensão da concepção de número em contextos significativos. Ainda segundo o autor, toda investigação científica gera resultados, conclusões. Estes resultados podem vir associados a números ou valores. Positivos ou não, esses dados devem ser registrados para depois serem apresentados ou armazenados, e uma das melhores formas de se apresentar um resultado é através de gráficos. Um gráfico é uma representação por desenho ou figura geométrica muito utilizado nos meios de comunicação e por meio deles é possível representar diversos fenômenos.

A apresentação gráfica é freqüentemente associada à coordenação de informações quantitativas dispostas em dois eixos perpendiculares; um horizontal (chamado eixo dos **x** ou abscissa) e um vertical (eixo dos **y** ou ordenada). Convencionalmente os gráficos podem ser classificados de acordo com o método empregado para estabelecer a relação entre os valores quantitativos: segmentos de linha; colunas ou barras; círculos com setores. Na sociedade contemporânea os meios de comunicação de massa utilizam-se freqüentemente dos gráficos para noticiarem os mais variados assuntos. Particularmente, a mídia impressa lança mão dos gráficos para ilustrar seus argumentos (MONTEIRO E SELVA, 2001).

No Brasil, desde 1997, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – vêem defendendo o trabalho com esse conteúdo, desde as séries iniciais.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

5.1 PRIMEIRO ENCONTRO

Inicialmente foi conversado com os alunos sobre a proposta da aplicação do trabalho, também foi realizado registro fotográfico das turmas. Logo a seguir, foram realizados alguns questionamentos referentes aos conteúdos de frações e gráficos, bem como alguns questionamentos sobre medidas, do tipo:

- Você sabe utilizar adequadamente a régua para medir os objetos?

- Você sabe o que significa ½?

- Para você o que quer dizer frações?

- Ao folhar uma revista ou jornal, nos deparamos com gráficos, você sabe para que servem?

A maioria das respostas (também orais) foi de que ainda não trabalharam estes conteúdos, alguns, porém responderam que os gráficos que vêem em revistas e jornais servem para: "*explicar alguma coisa da tal notícia".* O pré-teste foi aplicado logo após.

Ainda neste primeiro encontro, foi feita a proposta de uma pesquisa na internet sobre a cebola de cabeça. A pesquisa teve como objetivo encontrar o nome científico da cebola, o seu uso, e alguma curiosidade (Figura 4). Também foi pedido para que os alunos criassem uma história em quadrinhos, sendo o personagem principal a cebola. Foram utilizadas estas duas atividades como uma estratégia de aproximação com a turma. Os devidos trabalhos deveriam ser entregues no 2º encontro.

Figura 4: Pesquisando na internet.

Em relação ao pré-teste, o qual continha duas questões abertas, podemos observar o resultado na Tabela 1 para o CAE e na Tabela 2 para o Oswaldo Aranha. Verifica-se que no pré-teste todas as classes de respostas ficaram entre sem resposta a respostas do tipo fraca para as duas escolas. Em relação as questões 1.a e 1.b, verificou-se que 100% dos alunos, tanto do CAE quanto do Oswaldo Aranha, responderam que não estudaram, que não sabiam e que não se lembravam. Em relação a questão 2, observou-se que dos 16 alunos do CAE 12,5% responderam não sei ou deixaram em branco; 75% responderam que se tratava de gráficos e 12,5 % que se tratava de notas. Para os 16 alunos do Oswaldo Aranha, verificou-se 50% das respostas do tipo não sei ou em branco; 43,8% responderam que se tratava de gráficos e 6,2 % responderam que se tratava de notas dos alunos. Ainda em relação a questão 2 podemos destacar algumas respostas que ilustram o observado:

- Aluno JF: “Que este gráfico representa a aprendizagem do aluno”. (CLASSE 1).

- Aluno GP: “Eu notei que inglês tá igual a português. A Carol está fraca em Matemática”. (CLASSE 2).

Tabela 1

Categorização das respostas dos indivíduos quanto a sua compreensão sobre os temas antes e após discussões e atividades (pré-teste e pós-teste) para Colégio Adventista de Esteio - CAE.

QUESTÕES	**NÚMERO TOTAL DE ALUNOS / CLASSE DE RESPOSTAS**			
CAE (n=16) **Pré – Teste** **1)** No estudo das frações, o que entendes por:	**Satisfatória (3)**	**Fraca (2)**	**Pobre (1)**	**Sem resposta (0)**
1. a) Conjunto discreto?	0	0	0	16 (100%)
1.b) Conjunto contínuo?	0	0	0	16 (100%)
2) O que você entende ao observar este gráfico? *	0	2 (12,5%)	12 (75%)	2 (12,5%)
Pós-Teste	**Satisfatória (3)**	**Fraca (2)**	**Pobre (1)**	**Sem resposta (0)**
1) No estudo das frações, o que entendes por: 1. a) Conjunto discreto?	2 (12,5%)	10 (62,5%)	1 (6,2%)	3 (18,8%)
1.b) Conjunto contínuo?	3 (18,8%)	8 (50%)	5 (31,2%)	0
2) O que você entende ao observar este gráfico? *	1 (6,2%)	4 (25%)	8 (50%)	3 (18,8%)

*Figura do teste está no quadro 1.

Tabela 2

Categorização das respostas dos indivíduos quanto a sua compreensão sobre os temas antes e após discussões e atividades (pré-teste e pós-teste) para a Escola Oswaldo Aranha.

QUESTÕES	**NÚMERO TOTAL DE ALUNOS / CLASSE DE RESPOSTAS**			
Oswaldo Aranha (n=16) **Pré – Teste** **1)** No estudo das frações, o que entendes por:	**Satisfatória (3)**	**Fraca (2)**	**Pobre (1)**	**Sem resposta (0)**
1. a) Conjunto discreto?	0	0	0	16 (100%)
1.b) Conjunto contínuo?	0	0	0	16 (100%)
2) O que você entende ao observar este gráfico? *	0	1 (6,2%)	7 (43,8%)	8 (50%)
Pós-Teste	**Satisfatória (3)**	**Fraca (2)**	**Pobre (1)**	**Sem resposta (0)**
1) No estudo das frações, o que entendes por: 1. a) Conjunto discreto?	4 (25%)	11 (68,8%)	0	1 (6,2%)
1.b) Conjunto contínuo?	5 (31,3%)	9 (56,3%)	1 (6,2%)	1 (6,2%)
2) O que você entende ao observar este gráfico? *	1 (6,2%)	11 (68,8%)	4 (25%)	0

*Figura do teste está no quadro 1.

5.2 SEGUNDO ENCONTRO

No início deste encontro foi realizado junto aos alunos a retomada das atividades do encontro anterior, bem como recolhidos os trabalhos que haviam ficado de serem entregues.

Em relação às pesquisas, estas foram muito bem elaboradas, resultando em belos trabalhos, alguns com detalhes riquíssimos. Junto aos alunos ressaltaram-se conteúdos de Ciências, Português, Geografia e História. Quanto às histórias em quadrinhos, a criatividade foi surpreendente, surgiram personagens maravilhosos, também foi possível observar o forte enfoque para a importância da alimentação e as vitaminas. Foram criadas histórias como: “A Formatura de *Allium cepa”* (Figura 5) e “O Julgamento” (Figura 6). O questionamento reconstrutivo se faz através do diálogo oral e escrito. Assim, outro expediente da pesquisa está no exercício da escrita, pois, por meio dela, constrói-se a capacidade de argumentação. É preciso que os alunos sejam incentivados a reconstruir um texto, tendo alguma elaboração própria. De outra parte, este processo de leitura e de escrita também favorece o desenvolvimento de outra característica essencial da pesquisa que é a socialização do argumento (GALIAZZI *et al.*, 2001).

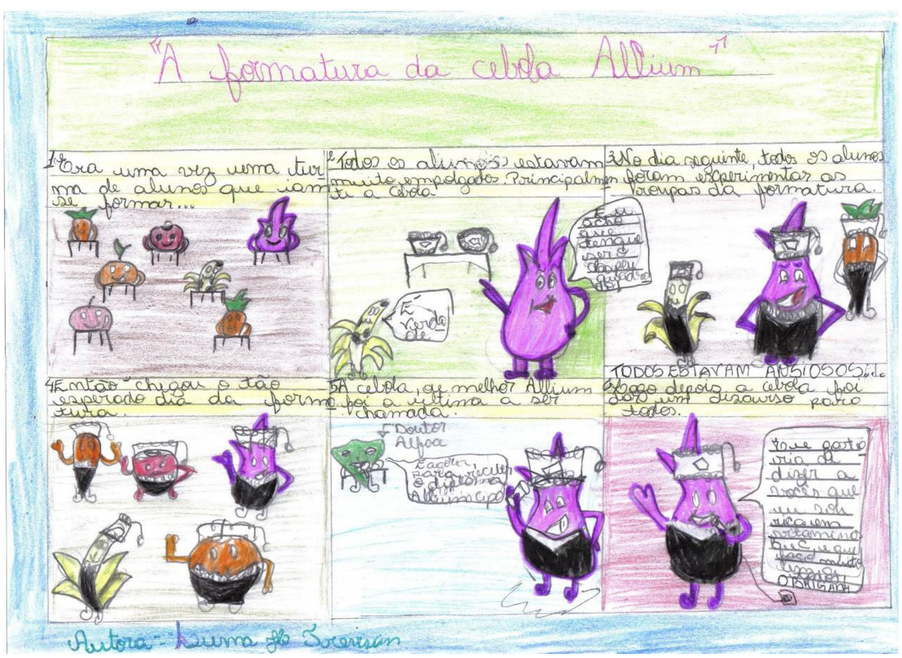


Figura 5: A Formatura de *Allium cepa*.

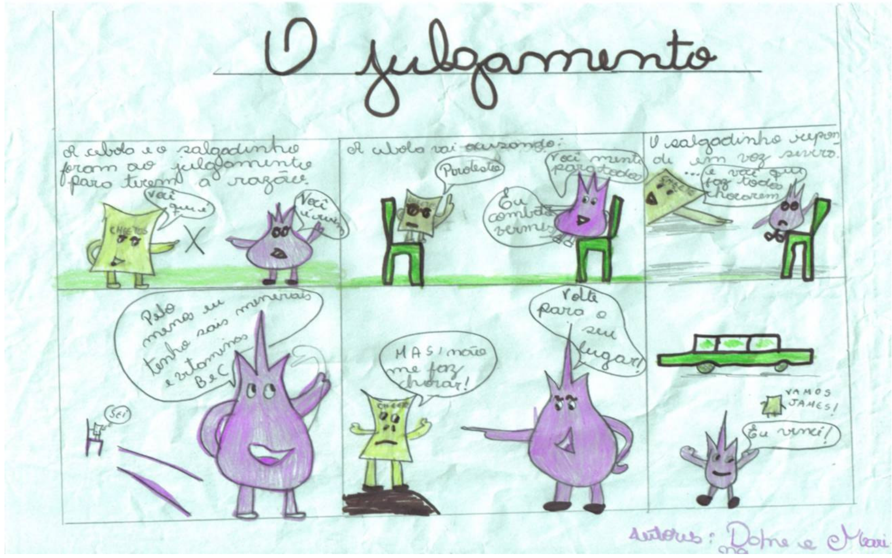


Figura 6: *"O julgamento*".

Após o recolhimento das atividades do encontro anterior, foi proposto aos alunos que formassem grupos, os quais no laboratório dariam início ao teste *Allium cepa*. Procedimento realizado nas duas escolas.

Cada grupo formado escolheu um desenho para identificá-los, como por exemplo: coração, estrela, flor, etc. A metodologia laboratorial utilizada foi o teste *Allium cepa* (cebola), conforme descrito a seguir:

a) Os materiais utilizados foram:

- 15 bulbos de cebola;
- 15 embalagens pet;
- 30 palitos de churrasquinho;
- Água;
- Solução de café concentrada (água + café).

b) Os seguintes procedimentos foram seguidos:

- Cada grupo recebeu 3 bulbos de cebola e 3 embalagens pet para efetuar o teste;

- Cada grupo ficou responsável pela troca da água 2 vezes por semana;

- Cada grupo elaborou uma tabela onde seriam tomados os dados de crescimento das raízes, para posterior elaboração do relatório, discussão e criação dos modelos matemáticos.

Durante a atividade laboratorial, explicou-se aos alunos que os 15 bulbos de cebola formavam um conjunto que é um exemplo de **conjunto discreto** (conjunto de elementos iguais, de mesma espécie). Procederam-se alguns questionamentos, do tipo:

- Qual o total de cebolas? “15” - resposta dos alunos;

- Quantas cebolas cada grupo recebeu? “3” - resposta dos alunos;

- Três cebolas de um total de quantas? “15” -resposta dos alunos;

- O que se pode concluir? Que cada grupo terá 3 de 15 cebolas, isto é: 3/15 do todo (conjunto de cebolas). Neste caso tem a fração: 3/15, onde o valor 3 é o numerador e o 15 é o denominador- resposta discutida entre professor e alunos.

Após cada grupo receber os 3 potes (embalagens pet), foi solicitado que numerassem de 1 a 3, que foram chamados de P1, P2 e P3. Ainda foi pedido que eles identificassem a qual grupo cada material pertencia através do desenho, que anteriormente eles haviam escolhido (estrela, flor, coração,etc.), facilitando assim a identificação para o procedimento das atividades nos encontros posteriores.

Em P1 foi colocada somente água. Solicitou-se que todos os grupos colocassem a mesma quantidade total de líquido: discutiu-se aí que o total do líquido (4 copos) formaria o todo, que neste caso foi um exemplo de **conjunto contínuo.** Enquanto era colocada junto com os grupos a água do P1, era questionado também que 4 de 4 copos são de água , sendo assim formada a fração 4 de 4 , 4/4 = 1 (todo) (Figura 7 - A e B).

Em P2 misturou-se 3 copos de água e 1 de solução de café, onde se discutiu que 3 de 4 é de água e que forma a fração 3/4 , e que 1 de 4 é de solução de café formando a fração 1/4. Salientou-se que se somados ¾ + ¼ = 4/4 = 1 (todo).

Em P3 misturou-se 2 copos de água e 2 de solução de café, onde foi observado que 2 de 4 de água formam a fração 2/4 e 2 de 4 de água com café também formam a fração 2/4, assim somando 2/4+2/4=4/4=1(todo) (Figura 8).

Com esta etapa do teste foi possível discutir as partes iguais de um todo (considerando-se o conjunto cebolas e o conjunto água) e também citar como exemplos de conjunto DISCRETO as cebolas e conjunto CONTÍNUO a água. A estas partes iguais de um todo, foi comentado que chamamos de frações, onde também damos nome a cada número: numerador e denominador(Anexo A).

Os alunos questionavam e participavam ativamente, observando que a partir desta atividade puderam aprender sobre frações. Durante a semana a professora titular aproveitou a idéia para trabalhar mais com as frações (Anexo B), bem como outros cálculos e também outras disciplinas. Das atividades realizadas inclusive foi elaborado um pequeno relatório por itens do estudo da cebola (Anexos C,D).

Cada grupo colocou um bulbo mergulhado em cada solução com o suporte de 2 palitos de churrasquinho, para que dessa forma não afundassem ou virassem, a parte que ficou em contato com a solução foi cuidadosamente limpa, como pode ser observado na Figura 9.

Foi solicitado que fosse realizada a medição das raízes a cada dois dias, nos mesmos dias que as soluções fossem trocadas, sendo estas medidas anotadas na tabela que eles elaboraram (Figura 10).

A

B

Figura 7: Atividade laboratorial de biologia no CAE (A) e laboratório Oswaldo Aranha (B).

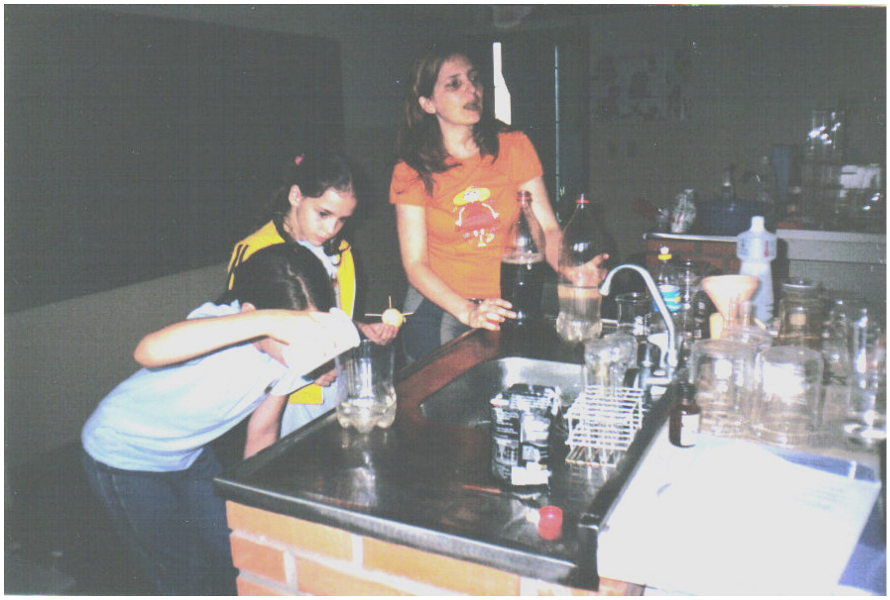


Figura 8: Atividades no laboratório, durante a preparação das soluções.

Figura 9: Exposição do *Allium cepa* às diferentes soluções (P1, P2 e P3).

5.3 DURANTE A SEMANA ENTRE UM ENCONTRO E OUTRO

As professoras titulares aproveitaram a idéia desta metodologia e aprofundaram outras questões como:

(a) Região de maior produção da cebola;

(b) Textos complementares;

(c) Cálculos acerca do preço da cebola no mercado, na Ceasa, na lavoura, etc;

(d) A utilidade das cebolas para a saúde;

(e) Outros assuntos.

Entre um encontro e outro, os grupos ficaram responsáveis por "cuidarem" da cultura das cebolas. Os dados (medidas das raízes) foram tomados em cinco diferentes datas: 1º dia, 3º dia, 5º dia, 8º dia e 10º dia (alguns grupos 12 dias). Cada grupo fez uma tabela, com as medidas do crescimento das raízes, identificando cada pote com seu devido número: P1= representava solução A (só água); P2= representava solução B (água + café, 3:1 v/v); P3= representava a solução B em diferente concentração (água + café, 2:2 v/v). Também no período entre os encontros as professoras trabalharam com as frações a partir das atividades levantadas durante a aplicação do teste *Allium cepa*. Foi possível desenvolver algumas atividades de adição de frações, bem como realizar leitura de frações, reconhecimento das nomenclaturas de cada número que compõe a fração, entre outros cálculos que foram oportunizados por esta metodologia.

A

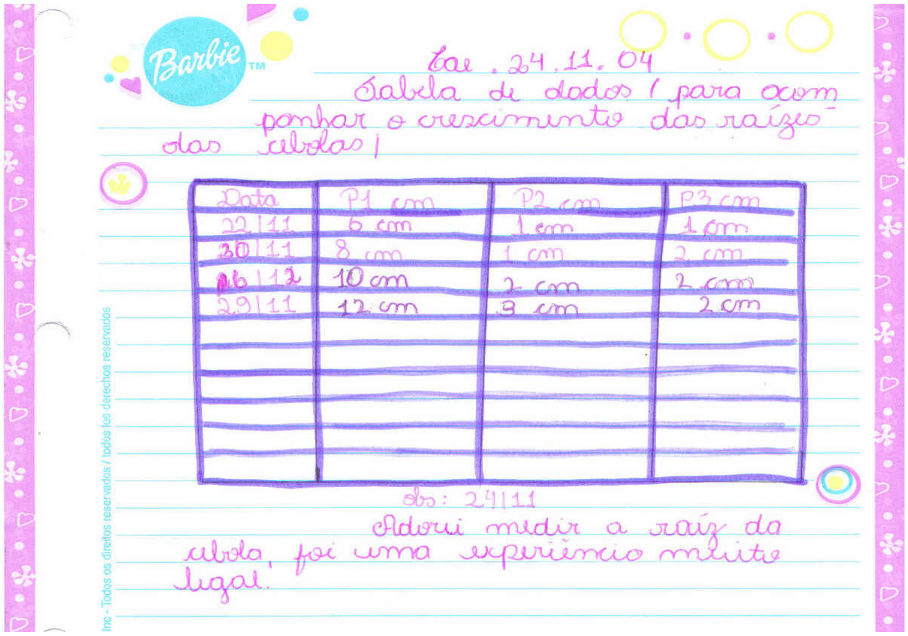
B

Figura 10: Laboratório de ciências das escolas durante a atividade de medida das raízes, grupo Estrela (A) e grupo Coração (B).

5.4 TERCEIRO ENCONTRO

No início do 3º encontro foi retomada as atividades dos encontros anteriores, bem como foi organizada a tabela de dados do crescimento das raízes (Figura 11 - A e B). Comentários acerca das anotações e observações foram realizados. As discussões se deram principalmente sobre a observação de que o crescimento das raízes se deu melhor no P1. Para eles ficou claro que era devido a este conter somente água, e que nos demais o crescimento ficou mais lento sendo que no P2 cresceu um pouco mais que o P3, correspondendo às concentrações de café. Neste ponto surgiram discussões sobre a toxicidade do café e seus efeitos biológicos.

Após a observação, análise e discussão dos dados coletados e tabulados, cada grupo criou um gráfico de barras, onde foram usados como coordenadas o crescimento em **cm** (eixo y) e cada **pote** (eixo x) (Figura 12 - A e B).



Tae. 24.11.04
Tabela de dados (para acompanhar o crescimento das raízes das cebolas)

Data	P1 cm	P2 cm	P3 cm
22/11	6 cm	1 cm	1 cm
30/11	8 cm	1 cm	2 cm
26/12	10 cm	2 cm	2 cm
29/11	12 cm	3 cm	2 cm

obs: 24/11
Adorei medir a raiz da cebola, foi uma experiência muito legal!

A

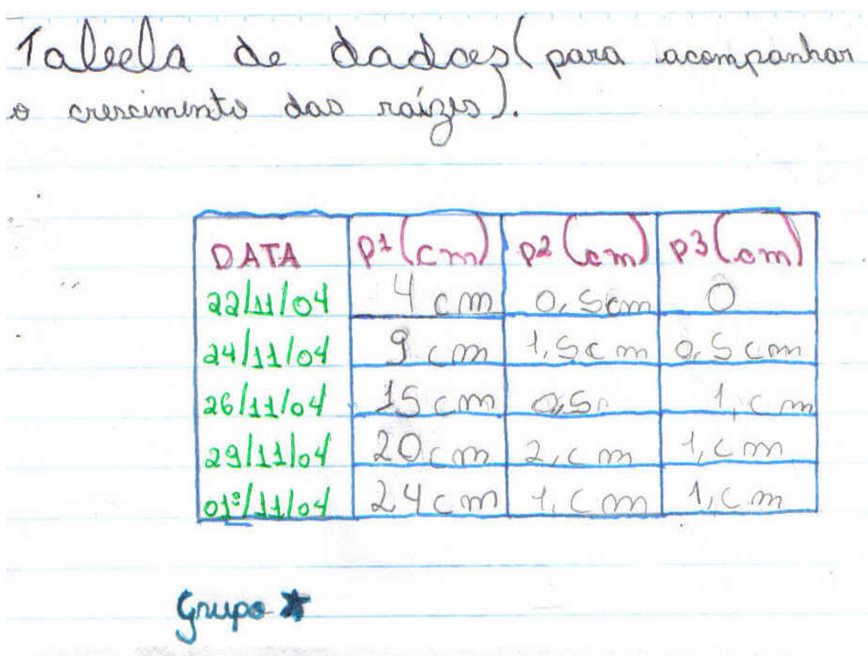


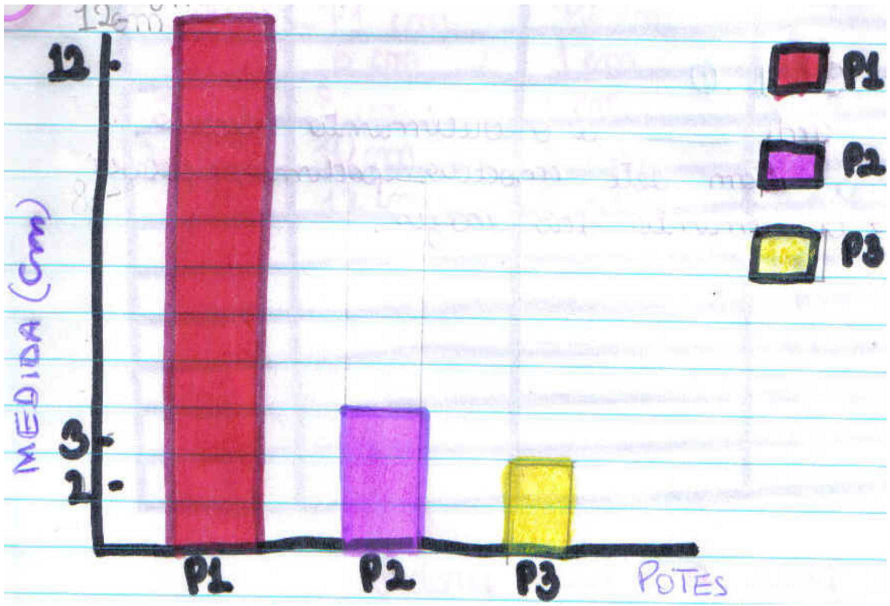
Tabela de dados (para acompanhar o crescimento das raízes).

DATA	P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)
22/11/04	4 cm	0,5cm	0
24/11/04	9 cm	1,5cm	0,5cm
26/11/04	15 cm	0,5	1,cm
29/11/04	20cm	2,cm	1,cm
01º/11/04	24cm	1,cm	1,cm

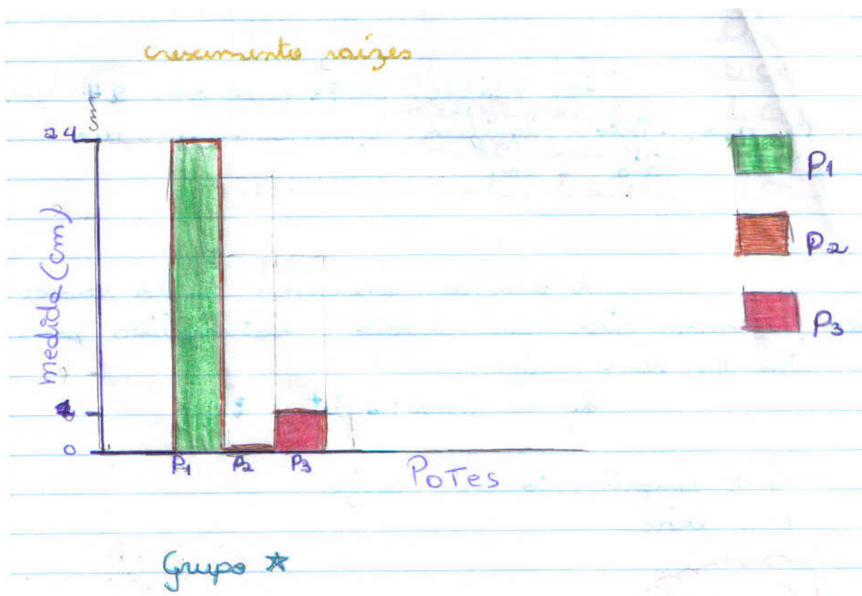
Grupo ★

B

Figura 11: Tabelas com os dados obtidos das medidas das raízes pelo grupo Flor (A) e pelo grupo Estrela (B).



A



B

Figura 12: Gráfico elaborado pelo grupo Flor (A) e pelo grupo Estrela (B).

Após a criação dos gráficos foram realizados questionamentos orais, do tipo: “O que podemos observar quanto ao tamanho de cada coluna no gráfico?” Os alunos responderam que cada coluna indica o crescimento das raízes naquele determinado pote, eles comentaram que ao observar o gráfico fica clara a diferença do crescimento para cada pote, assim, conseguiram ter uma visão comparativa dos dados coletados durante os dias da “cultura”.

Com os mesmos dados coletados e tabulados, foram calculadas as médias do crescimento para cada grupo, decidiu-se calcular somente a média do P1, pois neste o crescimento foi maior. Os grupos foram orientados de como proceder com o cálculo da média de crescimento diário das raízes: Se o crescimento das raízes foi acompanhado por 12 dias, então cada grupo deveria utilizar o total do crescimento, o qual é a medida do último dia de tabulação de dados, e dividi-lo pelo número de dias, neste caso 12. Cada grupo realizou este cálculo, assim obtendo a média de crescimento diário das raízes da cebola para a situação. Assim por exemplo: Para o grupo **Flor:** Nos **12** dias as raízes cresceram **12 cm**, então **12: 12 = 1,** portanto a média para o grupo **Flor** foi de **1 cm** por dia. Já para o grupo **Estrela:** Nos **12** dias as raízes cresceram **24 cm**, então **24:12 = 2 ,** portanto a média para o grupo **Estrela** foi de **2 cm**.

5.5 QUARTO ENCONTRO

Após a retomada das atividades do encontro anterior, alguns questionamentos e os devidos esclarecimentos, cada grupo analisou os dados da tabela (ANEXOS E, F, G), do gráfico e das medidas que eles possuíam e criaram um modelo matemático do crescimento das raízes do período observado (ANEXOS H, I, J).

Cada grupo pode discutir os valores encontrados e logo em seguida foi convencionado que para a criação do modelo matemático seriam utilizadas as seguintes notações: **"c"** para o comprimento das raízes e **"d"** para dia, onde "**c**" e **"d"** são as variáveis e a **média** calculada por cada grupo é a constante. Assim, cada grupo obteve um modelo matemático como podemos observar os exemplos a seguir:

(a) grupo Flor:

c = 1 . d

(b) grupo Estrela:

c = 2 . d

Após a obtenção destes modelos, cada grupo teve como desafio calcular o crescimento das raízes para **n** dias, isto é, prever o crescimento das raízes por mais dias que os que foram acompanhados e observados, os alunos ficaram realizados em poder criar um modelo (fórmula) para esta situação, cada grupo realizou cálculos para cerca de 30, 60 e 90 dias. Como por exemplo, o Grupo Estrela, que conseguiu concluir que se a raiz cresce 2 cm por dia, utilizando o modelo que eles construíram, ao final de 60 dias teria crescido 120 cm.

Segundo Biembengut (2003), seja qual for o caso, a resolução de um o problema, em geral quando quantificado, requer uma formulação matemática detalhada. Nessa perspectiva, um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real, denomina-se “modelo matemático”. Com os dados, após as discussões foi possível a elaboração, pelos grupos, do modelo matemático para o crescimento das raízes da cebola nesta situação. O modelo matemático utilizado neste trabalho pode ser considerado Educacional Aplicativo, por ser utilizado para fins educacionais, e Dinâmico, por explicar um fenômeno que evoluiu com o tempo, pois através dele foi possível simular variações de estágios do fenômeno do crescimento das raízes da cebola.

Ao concluirmos esta atividade, neste encontro foi aplicado o pós-teste, o qual tinha as mesmas questões do pré-teste. Junto ao pós-teste os alunos deixaram algumas anotações sobre a realização do teste *Allium cepa*, se gostaram, se foi proveitoso, se foi uma experiência interessante, entre outras observações (ANEXOS K, L, M).

Foi possível observar que a ida ao laboratório deixou os alunos fascinados, tudo chamou a atenção dos mesmos, a rotina da sala de aula foi quebrada e cada encontro era esperado com grande emoção e euforia. Os alunos mantiveram-se constantemente desafiados pela metodologia, pois esta exigiu de cada grupo um cuidado e acompanhamento do experimento. Na escola Oswaldo Aranha ocorreu um fato desagradável, mas ao mesmo tempo curioso e interessante, no turno da manhã algum aluno resolveu cortar as raízes das cebolas de um dos grupos da pesquisa, este fato chocou os alunos que relataram o fato ocorrido. A preocupação de não poder mais acompanhar o crescimento das raízes ficou visível e com isso demonstraram o real interesse em desenvolver o trabalho proposto, tanto que ao tabularem os dados e criarem o gráfico (pois já haviam realizado algumas das medidas) deixaram o relato da sua indignação quanto à atitude, que segundo o grupo os prejudicou.

Podemos ressaltar o comentário do aluno AG:

> "O Pote 1 foi o que mais cresceu, por tinha só água. Alguns dias depois os alunos do turno inverso cortaram as raízes. OBS: as raízes foram cortadas prejudicando o nosso trabalho."

5.6 ANÁLISANDO OS QUESTIONÁRIOS DOS ALUNOS E A ENTREVISTA COM AS PROFESSORAS

Comparando pré e pós-teste, para as duas escolas, e observando as Tabelas 1 e 2, verifica-se que após as atividades houve uma melhora nas respostas, onde podemos inclusive constatar algumas respostas do tipo satisfatória.

Para a questão 1.a, dos 16 alunos do CAE: 18,8% apresentaram respostas do tipo não sei ou em branco; 6,2 % responderam que é um conjunto que podemos separar; 62,5% que é um conjunto de mesmos objetos; 12,5 % que é um conjunto de objetos iguais, dando inclusive exemplos. Para os 16 alunos do Oswaldo Aranha, foram observados 6,2% das respostas do tipo em branco; 68,8 % que é um conjunto de mesmos objetos; 25 % que é um conjunto de objetos iguais, dando inclusive exemplos. O aluno HD dá um exemplo de conjunto discreto: *"15 potes e 15 cebolas"; JK exemplifica com "15 mesas, 15 cadeiras". BD comenta que: "Um conjunto discreto são várias coisas e objetos parecidos". O aluno GC exemplifica: "Um grupo (conjunto) de balões, potes, cebolas, tomates, etc"*.

Para a questão 1.b, dos 16 alunos do Colégio Adventista de Esteio, 31,2% citam como conjunto da água; 50 % que é um conjunto dos líquidos; 18,8 % que é um conjunto dos líquidos (que não se separa sempre igual), dando inclusive exemplos. Dos 16 alunos do Oswaldo Aranha, 6,2% em branco; 6,2% citam como conjunto da água; 56,3 % que é um conjunto dos líquidos; 31,3% que é um conjunto dos líquidos (que não se separa sempre igual), dando inclusive exemplos. O aluno PG dá um exemplo de conjunto contínuo: *"é o conjunto onde é dividido um objeto em vários pedaços"*. O aluno BR comenta: *"O contínuo é tipo você põe água no pote, mas não consegue tirar a mesma quantia"*. A aluna GC exemplifica: *"O conjunto contínuo é apenas uma coisa que podemos dividir em vários pedaços e tamanhos*". Observou-se que na questão 1.a e 1.b, os exemplos ficaram em torno do tema da atividade laboratorial (algo do tipo lúdico para o concreto).

Na Questão 2, para os 16 alunos do CAE observa-se 18,8 % das respostas em branco, 50% responderam que eram as notas dos alunos; 25% que era o gosto de cada aluno pela matéria; 6,2% que representava em qual matéria o aluno estava melhor, dando exemplo. Dos 16 alunos do Oswaldo Aranha, 25% responderam que eram as notas dos alunos; 68,8% que era o gosto de cada aluno pela matéria; 6,2% que representava em qual matéria o aluno estava melhor, dando exemplo. O aluno JB dá o seguinte exemplo: *"Joana é melhor em Português 90, André em Matemática 50 e Inglês 40"*. LT comenta: *"O pior é a Ana em Português e a melhor é a Joana em Português. Em Inglês todos são iguais. Em Matemática todos são diferentes"*.

Percebemos que após o trabalho os alunos tiveram outra interpretação das questões, como podemos observar comparando as respostas do aluno GC para o pré-teste em relação ao pós-teste*:*

Pré-teste: *"Eu entendi que cada um foi melhor que o outro, mas cada um tem o seu ponto forte e o seu ponto fraco."*;

Pós-Teste: *"Eu entendo que um foi melhor que o outro. O gráfico ajudou a perceber a nota de cada um Joana foi melhor em matemática e cada um tem seu ponto fraco e seu ponto forte"*.

De forma geral, a diferença entre pré e pós-teste fica mais evidente quando observadas as Figuras 13 e 14, verifica-se que todos os estudantes de ambas as instituições de ensino pesquisadas apresentaram uma “evolução conceitual” após as atividades.

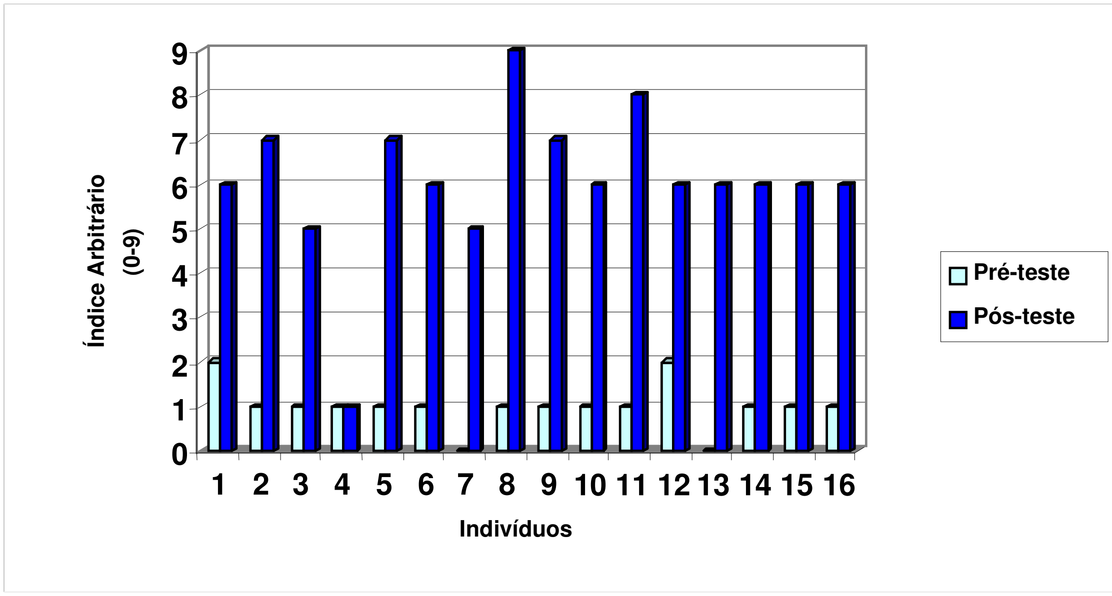


Figura 13: Índice Arbitrário gerado para cada aluno do CAE, considerando as classes de respostas para as três questões.

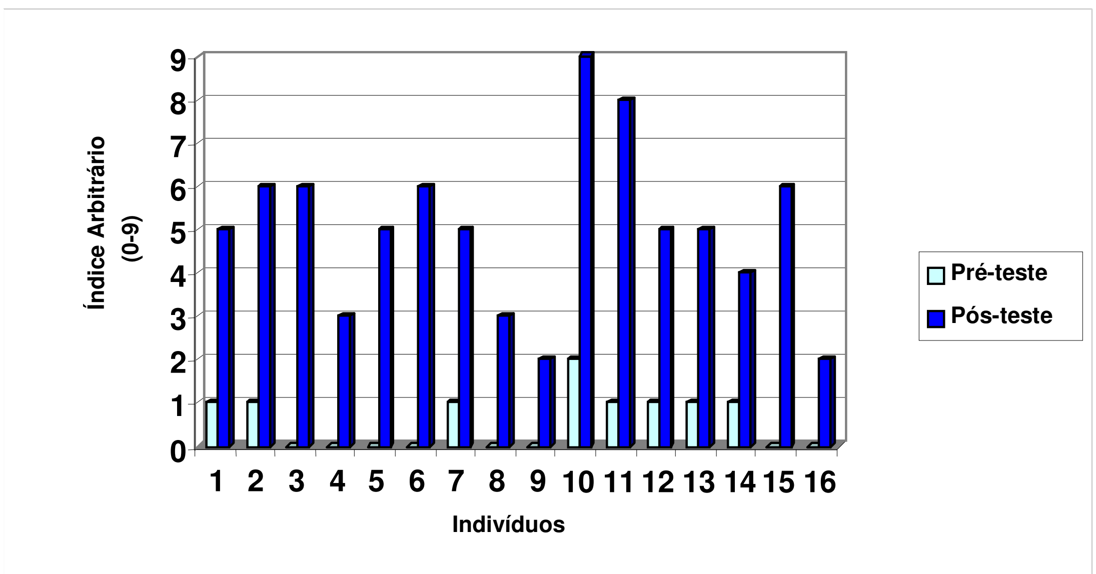


Figura 14: Índice Arbitrário gerado para cada aluno da Escola Oswaldo Aranha, considerando as classes de respostas para as três questões.

O que é confirmado quando verificada a diferença através do teste *t-Student* entre as médias do índice arbitrário (conforme definição na página 37) para as questões 1.a e 1.b (Figura 15 e 16). Podemos observar que tanto para o CAE como para o Oswaldo Aranha, houve aumento significativo nos resultados do pós-teste em relação ao pré-teste, isto nos permite dizer que a metodologia utilizada foi eficiente para o ensino de frações. Já na questão 2, para o Oswaldo Aranha percebemos uma melhora maior do que a que aconteceu no CAE, talvez devido as respostas terem ficado no âmbito da análise visual da figura do gráfico. Não se observou riqueza nas respostas, ficando assim sem muita diferença a média do índice arbitrário do pré e do pós-testes. A metodologia para esta escola e em relação a interpretação de gráficos não teve o mesmo sucesso, talvez devido aos alunos observarem o gráfico do pós-teste e não terem conseguido fazer a relação deste com o que eles construíram, por ter um o enfoque de notas e o outro do crescimento de raízes. Embora a metodologia não tenha sido tão eficiente em ambas escolas na discussão de gráfico, observa-se igual uma melhora, mas a significância de "aumento de conhecimento" fica principalmente relacionado à questão 1, relacionada a frações. Assim, verifica-se que a atividade prática de biologia na condição que foi realizada, teste *Allium cepa*, apresentou uma influência positiva no ensino de matemática, principalmente no que se refere ao ensino de frações.

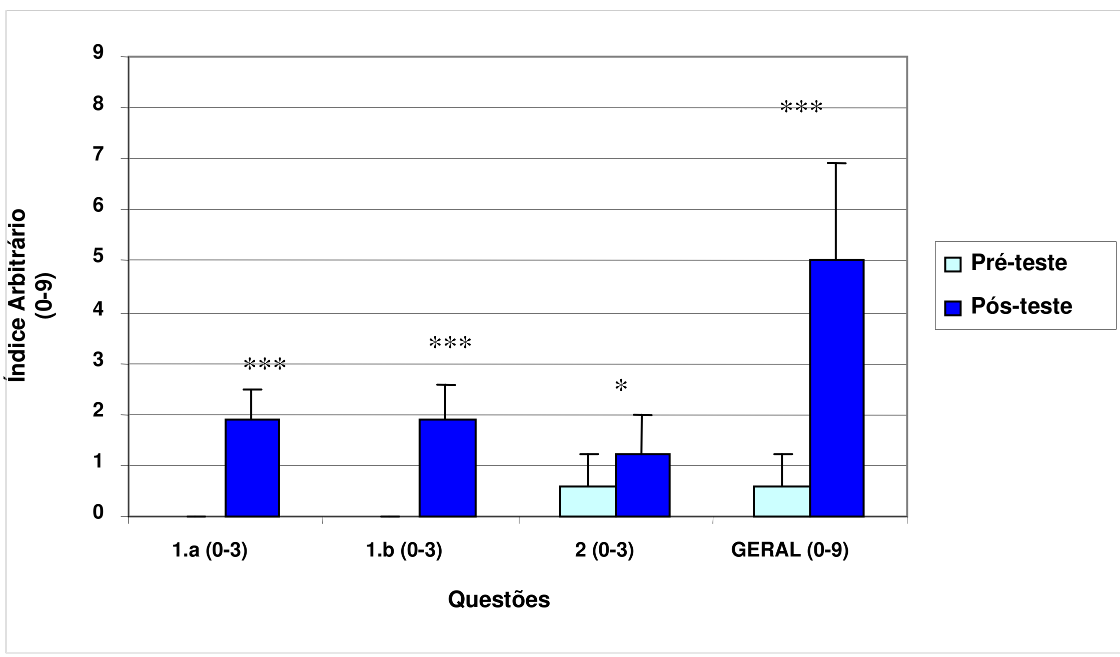


Figura 15: Média e desvio padrão dos índices arbitrários para o CAE por questão e de forma geral dos testes. * P< 0,05 e *** P < 0,001/*t-Student*

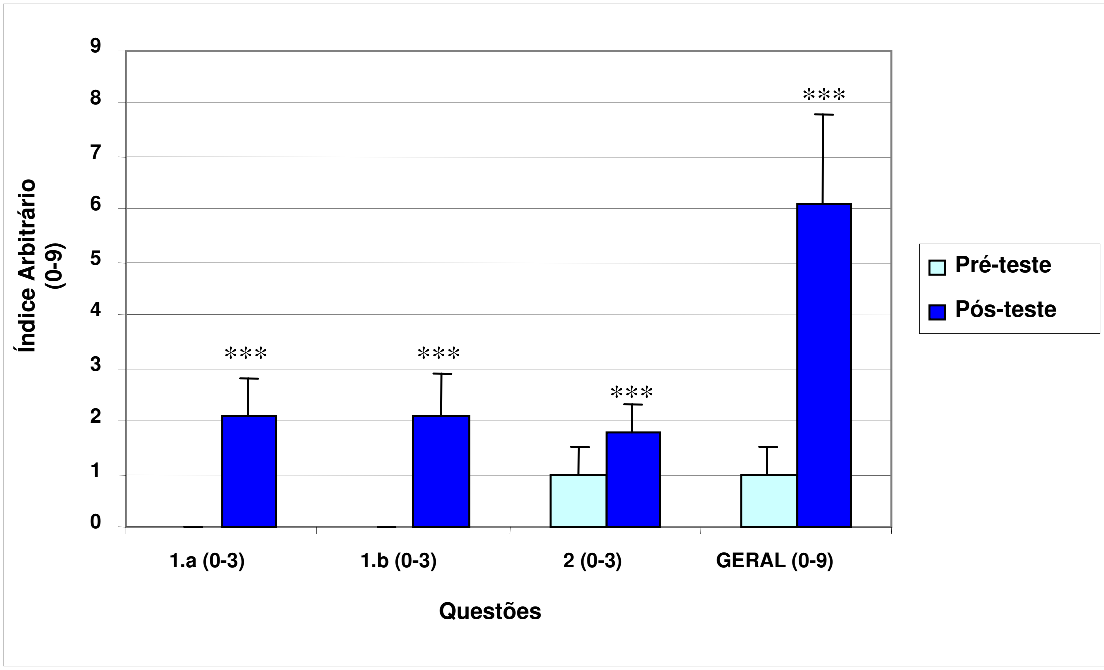


Figura 16: Média e desvio padrão dos índices arbitrários para o Oswaldo Aranha por questão e de forma geral dos testes. *** P < 0,001/ *t-Student*

A eficiência da metodologia fica mais evidente quando observamos os relatos nas entrevistas das professoras titulares. A Professora da turma do Colégio Adventista de Esteio (CAE) em sua entrevista comenta:

> Observei que houve modificações em relação à motivação da turma, pois todos participaram com mais interesse das atividades propostas.
>
> A turma demonstrou interesse em dar continuidade a este tipo de metodologia, pois considerou as atividades mais interessantes, agradáveis e prazerosas. Também observei que houve crescimento em relação ao aprendizado de matemática.
>
> Observei muita diferença no aprendizado de frações e gráficos em relação a turmas dos anos anteriores, acredito que seja devido a atividade ter sido mais real para os alunos. Eu utilizaria a metodologia e também a recomendaria, pois a referida metodologia proporciona uma construção gradativa do conhecimento através da observação prática.

De forma similar a professora da turma da Escola Oswaldo Aranha, observa a eficácia da metodologia *Allium cepa*:

> A turma 42 no desenvolvimento do teste Allium cepa manteve-se motivada em questionar, participar e observar as atividades com alegria e curiosidade, a turma sempre trabalhou bem em grupos. A metodologia utilizada exigiu momentos de observação e consequentemente criticidade, para assim elaborarem as atividades posteriores.

> A turma solicitou a continuidade da testagem. Quanto à matemática, as atividades desenvolvidas desencadearam o gosto pela montagem de gráficos e o bom entendimento das frações. Anteriormente o estudo das frações era introduzido de forma “primitiva”, ou seja, somente com atividades escritas e não concretas, que são para os alunos atividades significativas que garantem uma aprendizagem eficaz.
>
> Utilizaria e recomendaria a metodologia, pois esta de acordo com as observações feitas em todos os momentos, levaram a turma a participar, aprender, criticar e deixá-los ainda mais curiosos esperando quais seriam as seguintes atividades.

Em pesquisa realizada por Kerr em 1963 (HODSON, 1990), época de grande difusão das atividades experimentais nas escolas no mundo todo, os professores apontaram dez motivos para a realização de atividades experimentais nas escolas. Esses motivos foram observados em nosso estudo, e vêm, repetidamente, sendo encontrados em pesquisas mais recentes (HODSON, 1994), que são:

(a) Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;

(b) Promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;

(c) Desenvolver habilidades manipulativas;

(d) Treinar em resolução de problemas;

(e) Adaptar as exigências das escolas;

(f) Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;

(g) Verificar fatos e princípios estudados anteriormente;

(h) Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação;

(i) Motivar e manter o interesse na matéria;

(j) Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência.

Assim podemos também ressaltar que as principais atividades expressas na Ciência são: acumular informação por meio da observação; organizar essa informação e procurar regularidades; perguntar por que elas aparecem e comunicar as descobertas aos outros. Ou seja, tudo começa com a observação. E isto é reforçado quando os autores GALIAZZI e colaboradores (2001) afirmam: *"Quando a observação é realizada sob controle cuidadoso, ela é dignificada por um nome especial - uma seqüência controlada de observações é chamada de experiência - toda a ciência é construída sobre resultados experimentais"*

Podemos assim ressaltar a necessidade de estimular professores em diferentes áreas à utilizarem atividades práticas, de forma interdisciplinar. Para tanto, a formação de professores se torna essencial. Assim, percebe-se que os professores de ciências são duplamente atingidos. Segundo Fourez (2003) inicialmente os professores tem de se virar face à crise das escolas, onde perderam poder e consideração em relação a sua profissão, e devem estar sempre buscando atualização. A formação dos licenciados esteve mais centrada sobre o projeto de fazer deles técnicos de ciências do que de fazê-los educadores. Seus estudos não estão muito preocupados em introduzi-los nem à prática tecnológica, nem à maneira como as ciências e tecnologias se favorecem, nem às tentativas interdisciplinares. Eles confundem freqüentemente tecnologia e aplicação das ciências ou a aplicação de um sistema experimental. Quanto à interdisciplinaridade, raramente lhes são ensinados como fazer intervir para resolver uma situação problemática nas disciplinas pertinentes, sejam elas de ciências naturais ou humanas.

Ainda segundo o autor, quando se está mais interessado pela alfabetização cientifica ou pela formação nos métodos do que pela acumulação de resultados, rapidamente se é levado a se interrogar sobre a maneira de formar professores para competências bastante gerais, tais como:

(a) saber construir uma representação clara (um "modelo") de uma situação concreta;

(b) saber utilizar os especialistas;

(c) saber cruzar,para compreender uma situação, conhecimentos padronizados das ciências e das abordagens singulares de usuários;

(d) saber quanto vale a pena aprofundar uma questão e quando é melhor se contentar - ao menos provisoriamente- com uma representação mais simples;

(e) saber avaliar o nível de rigor com o qual convém abordar uma situação precisa; saber o bom uso das linguagens e dos saberes padronizados;

(f) saber utilizar os saberes estabelecidos para esclarecer uma decisão ou um debate;

(g) saber testar a representação que se tem de uma situação, confrontando-a tanto à experiência quanto aos modelos teóricos, etc.

Há praticamente unanimidade entre os especialistas das ciências da educação ao considerar que tais competências não são aprendidas de um modo geral, mas sim partindo de casos e contextos particulares, modelando-as e transferindo-as em seguida a uma família mais extensa de situações.

6 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de desenvolver uma pesquisa acerca do ensino-aprendizagem envolvendo interdisciplinaridade surgiu da necessidade de novas alternativas na área de Matemática, especialmente na 4ª série do Ensino Fundamental, a fim de que os alunos tivessem a oportunidade de vivenciar diferentes situações de aprendizagem. Assim, oportunizou-se um estudo diferenciado da Matemática, com a finalidade de que pudessem ser afastados, ou pelo menos minimizados, os medos e angústias dos alunos das séries iniciais do ensino fundamental frente à disciplina, para que os mesmos pudessem chegar à 5ª série, acreditando que é possível aprendê-la através de outros métodos. Observou-se, conforme o PCN (1997) a necessidade de uma visão interdisciplinar dos conhecimentos e, ainda, de uma ampliação do significado do conteúdo escolar.

No decorrer do desenvolvimento das atividades, os alunos foram pouco a pouco adquirindo confiança e acreditando na eficácia da metodologia, ficando fascinados com a ida ao laboratório e participando ativamente de todas as etapas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa são animadores e relevantes, visto que o trabalho em laboratório foi de grande proveito na aprendizagem em ciências dos alunos envolvidos, bem como os motivou quanto ao conteúdo. O que reforça os dados de Borges *et al.* (2001), onde concluíram que as atividades investigativas podem ser implementadas independentemente de novas tecnologias. Em sala de aula, os professores podem utilizar materiais convencionais para criar uma situação de aprendizado baseado em investigação. Para isso, é necessário que eles ajam de acordo com uma postura mais construtivista, sendo um motivador, guia e inovador-investigador, não podendo, assim, antecipar percepções e resultados, buscando sempre motivar os estudantes.

Da observação e análise dos dados obtidos, pode-se inferir que a utilização da prática laboratorial de biologia, o teste *Allium cepa*, mostrou sua eficácia no desenvolvimento cognitivo, e conseqüentemente, na evolução conceitual nos estudantes em relação a matemática, pois possibilitou a observação (reconhecimento da situação-problema), registro de dados, promoveu o método de pensamento científico simples e de senso comum, proporcionou o desenvolvimento de habilidades manipulativas, motivou e manteve o interesse pela matéria, bem como tornou o fenômeno mais real por meio da experiência (interpretação da solução). Proporcionou um ganho de conhecimento para o aluno.

Pode-se observar que o uso desta metodologia em conjunto com as aulas teóricas permitiu que os alunos uma visão crítica acerca dos assuntos em questão, pois cada aluno pode ao longo das atividades questionar, dar sugestões, tendo assim a oportunidade construir seu próprio aprendizado. O aluno foi parte ativa no desenvolvimento desta metodologia, desde a introdução das atividades a participação foi de fundamental importância, ao final os próprios alunos puderam fazer suas conclusões acerca de cada etapa das atividades.

Assim, verifica-se que o professor deve manter seu propósito de oportunizar aos alunos a experiência da descoberta, permitindo compreender o significado das atividades desenvolvidas, colocando-se como mediador, valorizando e incentivando a busca de respostas, por meio de suas sugestões e questões. A atitude do professor durante todo o processo torna-se de fundamental importância. Ao professor cabe, o papel fundamental de incentivar e orientar na condução do processo de ensino-aprendizagem através de metodologias como a que foi utilizada. Atividades práticas podem servir como promotores da aprendizagem significante por estimularem os alunos com problemas da vida real, que segundo Rogers (1971) é um dos modos mais eficazes na promoção da aprendizagem. O aluno percebeu ao longo do processo o quanto sua aprendizagem foi eficaz e prazerosa.

Segundo Fosnot (1996), a compreensão do processo ensino-aprendizagem de um ponto de vista construtivista é ela própria construída. Se os professores tendem a lecionar conforme foram ensinados, então é necessário que a sua formação comece por estas convicções tradicionais e, desafie-as através de atividade, reflexão e debate, tanto na vertente teórica como na prática, durante toda a duração de programas de formação continuada.

Por outro lado, recomenda-se que sejam propiciados encontros para instrumentalizar os docentes das séries iniciais no que diz respeito o uso de Modelos de forma interdisciplinar. Assim, os professores poderão utilizá-la como ferramenta no ensino, permitindo que seus alunos tenham a oportunidade de aprender de uma forma diferente e interessante, relacionando ao seu cotidiano. Desta forma o aluno faz parte da construção do conhecimento, não se tornando um mero espectador.

Perante os resultados, podemos ainda observar que a aplicação do teste *Allium cepa*, através do desenvolvimento de modelos matemáticos, proporcionou a interdisciplinaridade, a mudança de rotina de sala de aula, bem como, esclarecimentos frente aos conteúdos matemáticos sobre frações e gráficos. A abordagem do uso de modelos de forma interdisciplinar que estamos propondo nesta dissertação mostrou-se positiva quanto à participação e o envolvimento dos alunos nas atividades bem como seus níveis de aprendizagem dos assuntos em questão. Justi e Gilbert (2001) demonstram a importância de modelos também para o ensino de ciências. Os autores observam que para que os alunos tenham uma visão mais abrangente sobre modelos é imprescindível que seus professores reconheçam a importância dos mesmos no ensino, bem como compreendam claramente a natureza de modelo e modelagem.

Segundo Gil-Pérez (*apud* Galiazzi 2001) as atividades experimentais, embora aconteçam pouco nas salas de aula, são apontadas como a solução que precisaria ser implementada para a tão esperada melhoria no ensino de Ciências. Queremos aqui expressar nossa convicção sobre a necessidade de buscar alternativas metodológicas para o ensino de matemática. Entendemos que atividades desafiadoras que permitam a realização do processo de ensino e aprendizagem, através da construção criativa do conhecimento, podem vir a favorecer a aprendizagem dos alunos, produzindo melhores resultados na formação do cidadão. Fica claro, ao observarmos os nossos resultados, que as atividades interdisciplinares deste estudo proporcionaram aos alunos das duas turmas pesquisadas nas duas Escolas de Esteio-RS um “aumento de conhecimento”, e que o esquema de assimilação sofreu acomodação, visto as extrapolações conclusivas demonstradas por alguns alunos e verificadas pelos professores titulares das turmas.

Assim, recomendamos a utilização do teste A*llium cepa* como uma ferramenta para o ensino de matemática nas séries iniciais, bem como nas demais séries e disciplinas devido a este ser de fácil adaptação aos conteúdos e de ter um baixo custo devido a utilização de materiais alternativos.

Sugere-se que sejam realizadas nas escolas oficinas com os professores, para que possam ter a oportunidade de testarem esta metodologia , bem como outras alternativas, para trabalharem os conteúdos de Matemática de forma interdisciplinar.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, K. M. O mundo não é um quebra cabeça. Qual é a diferença entre multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade?. ***Nova Escola On-line***, ago. 1999. Disponível em: <http://novaescola.abril.uol.com.br/ed/124_ago99/html/comcerteza_didatica.htm> Acesso em: 22 jan. 2006.

ARAÚJO, C. H.; LUZIO, N. O. Ensino de Matemática na Educação Básica. ***INEP***, nov. 2004. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/imprensa/artigo/ensino_matematica_imp.htm> Acesso em: 30 de maio de 2006.

ÂNGELO, C. L.; STREY, R.. Transposição didática da Matemática nas séries iniciais: um estudo de caso. ***Educação Matemática em Revista - RS,*** Osório/RS, n.4, ano 4, p. 33-42, 2002.

BABICH. H.; SEGALL, M. A; FOX, K.D. The Allium Test – A Simple, Eukaryote Genotoxicity Assay. ***The American Biology Techer***, New York, v. 59, n° 9, p 580-583, 1997.

BASSANEZI, R. C. ***Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia***. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2004.

BEAN, D. O que é Modelagem Matemática?. ***Educação Matemática em Revista***, Rio de Janeiro/RJ, ano 8, nº 9/10, p. 49-57, abr. 2001.

BEZERRA, F. J. B. ***Introdução do Conceito de Número Fracionário e suas representações: Uma abordagem criativa para a sala de aula***. São Paulo: PUCSP, 2001. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Disponível em: <http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/dissertacao_francisco_bezerra.pdf>. Acesso em 01 abr. 2006.

BIEMBENGUT, M. S. ***Modelagem Matemática & implicações no ensino-aprendizagem de Matemática***. Blumenau: FURB, 1999.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. ***Modelagem matemática no Ensino***. 3 ed. São Paulo: Contexto, 2003.

BORGES, A.T; BORGES, O.N; SILVA, M.V.D; GOMES, A.D.T. A resolução de Problemas Práticos no Laboratório Escolar. In: ***III ENPEC, 2001***, Atibaia. São Paulo.

BORGES, A. T. O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. In: ***I ENPEC, 1997***, Águas de Lindóia. São Paulo.

BOTELHO, M. H. C. Seus múltiplos significados abrindo espaços para a interdisciplinaridade. ***Projeto Energia & Liberdade no Atlas da Diversidade***, 2005. Disponível em: <http://www.isba.com.br/noticias/artigo.doc>. Acesso em: 22 jan. 2006.

BRASIL. Lei n° 9.394 / 96 de 20 de dez. de 1996. ***Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional***. Brasília, 1996.

BUCKLEY, B.C; BOULTER, C. Investigating the role of representations and expressed models in building mental models. In: GILBERT, J.K.; BOULTER, C.J.(Ed). ***Developing models in science education***. Dordrecht: Kluwer, 2000.

CARRETONI, M. L. Z. ***Iniciação à Matemática - 1ª a 2ª série***. Campinas: UNICAMP, 1986.

COSTA NETO, P. L. O. ***Estatística [por] Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto***. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

COTELLE, S.; MASFARAUD, J. P.; FÉRARD, J. F. Assessment of genotoxicity of contaminated soil with the Allium/Vicia-micronucleus and the Tradescantia-micronucleus assays. ***Mutation Res***, 426, p. 167-171, 1999.

SILVA, J.; NETO, A. S. A. DNA e Ambiente: O uso do ensaio cometa como ferramenta para discussão interdisciplinar de lesão e reparo no DNA na pós-graduação em ensino de ciências. In: ***IV ENPEC, 2003***, Bauru. São Paulo.

D'AMBROSIO, U. ***Educação Matemática: da teoria à Pratica***. São Paulo: Papirus, 1996. p. 79.

DACHS, J. Norberto W. ***Texto para ME-173***. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/~dachs/ME173/livro/capitulo1-2.htm#varquanti> Acesso em : 03 abr. 2006.

ECKHARDT, C. A. O Trabalho do Laboratório de Matemática como Pólo de Formação Continuada de Professores das Séries Iniciais. In: ***VII EGEM - VII ENCONTRO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2001***, Santa Cruz do Sul. Rio Grande do Sul.

FISKESJÖ, G. The Allium test – a potential standard for the assessment of Environmental Toxicity and Risk Assessment. ***Eds American Society for Testing and Materials***, Philadelphia, 1993. v. 2, ASTM STP 1216. Gorsuch, J.W., Dyer, F.J., Ingersoll, C.G. & La Point, T.W.

FLORES, C. R; MORETTI, M. T. Funcionamento Cognitivo e Semiótico das Representações Gráficas: Ponto de Análise para a Aprendizagem Matemática. In: ***28ª Reunião Anual da ANPED***, **2005**, Caxambu/SP. Disponível em: <http://www.anped.org.br/28/textos/gt19/gt19736int.pdf> Acesso em: 02 abr. 2006.

FOSNOT, C. T. ***Construtivismo e educação. Teoria, perspectivas e prática***. Portugal: Instituto Piaget, 1996.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências?. ***Investigações em Ensino de Ciências***, Porto Alegre, v.8, n.2, ago. 2003. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n2/v8_n2_a1.html> Acesso em : 24 mai. 2006.

FREIRE, P. ***Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à pratica educativa***. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FURASTÉ, P. A. ***Normas Técnicas para o Trabalho Científico***. 13 ed. Porto Alegre: 2005.

GALIAZZI, M. C. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. ***Revista Ciência & Educação***, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GILBERT, J.K.; BOULTER C.J. Aprendendo ciências através de modelos e modelagem. In: COLINVAUX, D. (Ed.). ***Modelos e Educação em Ciências***. Rio de Janeiro: Ravil, 1998, p.12-34.

GOMEZ-ARROYO, S; CASTILHO, R. P.; VILLALOBOS, P. R. Chromosomal alterations induced in *Vicia faba* by different industrial solvents: Thinner, Toluene, Benzene, n-Hexane, n-Heptane and Ethyl Acetate. ***Cytologia***, n. 51, p. 133-142, 1986.

GROSS, L. J. Points of View The Interface of Mathematics and Biology. Interdisciplinarity and the Undergraduate Biology Curriculum: Finding a Balance. ***Cell Biology Education***, vol 3, p. 85-92, jun. 2004.

HARRISON, A; TREAGUST, D. Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: a case study of multiple-model use in grade 11 Chemistry. ***Science Education***, vol.84, p.352-381, 2000.

HODSON, D. A critical look at practical work in school science. ***School Science Review**,* v. 70, p. 33-40, 1990.

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

JUSTI, R. S.; GILBERT, J. K. A Natureza de Modelos na Visão de Professores de ciências. In: ***III ENPEC, 2001***, Atibaia. São Paulo.

KRAPAS, S. et al. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. ***Investigações em Ensino de Ciências***, Porto Alegre, v.2, n.3, p.185-205, 1997.

MA, T. et al. The improvement Allium/Vicia root tip micronucleus assay for clastogenicity of environmental pollutants. ***Mutation Res***, 334: p. 185-195, 1995.

MARCANO, L. et al. Cytotoxicity and mode of action of maleic hydrazide in root tips of *Allium cepa* L. ***Environ. Res***, 94, p. 221-226, 2004.

MATOS, M. G.; VALADARES, J. O Efeito Da Atividade Experimental na Aprendizagem da Ciência pelas crianças do primeiro ciclo do Ensino Básico. ***Investigações em Ensino de Ciências***, Porto Alegre, v.6, n.2, ago. 2001. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm> Acesso em: 31 jan. 2006.

MONTEIRO, C. E. F.; SELVA, A. C. V. Investigando a atividade de interpretação de gráficos entre professores do Ensino Fundamental. In: ***24ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED,* 2001**, Caxambu/SP. Disponível em: <http://www.anped.org.br/24/t1965278488693> Acesso em 02 abr. 2006.

MORAES, R. ***Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas***. Porto alegre: EDIPUCRS, 2000.

MOREIRA, M. A. ***Teorias de Aprendizagem***. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M.A.; LEVANDOWSKI, C. E. ***Diferentes abordagens ao ensino de laboratório***. 1 ed. Porto Alegre: UFRGS, 1983.

NERSESSIAN, N. J. Should Physicists Preach What They Practice? Constructive Modeling in Doing and Learning Physics. ***Science & Education***, 4, (nº 3), p. 203-226, 1995.

ROGERS, C. R. ***Liberdade de aprender***. Belo Horizonte: Interlivros, 1971.

ROSA, D. E. G. et al. ***Didáticas e Práticas de Ensino com Diferentes Saberes Lugares Formativos***. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da física e da química. ***Investigações em Ensino de Ciências***, v.10, n.1, 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10 n1/v10_n1_a2.htm> Acesso em: 24 maio de 2006.

SCHOBER, J. Matematização da biologia não é novidade da ciência moderna. ***Revista ComCiência***, 2003. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/framereport.htm> Acesso em: 29 maio de 2006.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. ***Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática***. Brasília: MEC/SEF, 1997.

SILVA, M. J. F. ***Sobre a introdução do conceito de número fracionário***. São Paulo: PUCSP, 1997. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática). Disponível em: <http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/dissertacao_maria_jose.pdf> Acesso em: 01 abr. 2006.

SIQUEIRA, H. S. G.; PEREIRA, M. A. Interdisciplinaridade como superação da fragmentação. ***Caderno de Pesquisa UFSM - "Uma nova perspectiva sob a ótica da interdisciplinaridade"***, n. 68, Santa Maria/RS. Disponível em: <http://geocities.yahoo.com.br/holgonsi/interdisciplinar3> Acesso em: 22 jan. 2006. Este texto faz parte de um trabalho publicado em forma de "Caderno de Pesquisa" (nº 68 - Setembro de 1995) pelo programa de pós-graduação em Educação da UFSM, sob o título: *"Uma nova perspectiva sob a ótica da interdisciplinaridade"*.

SIQUEIRA, H. S. G. Formação interdisciplinar: exigência sociopolítica para um mundo em rede. In: ***VII SIMPÓSIO ESTADUAL DE ECONOMIA DOMÉSTICA, 2003***, UNIOESTE, Campus de Francisco, 08 dez. 2003. Disponível em: <http://geocities.yahoo.com.br/holgonsi/mundorede.html> Acesso em: 22 jan. 2006.

TINBERGHIN, A. Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. ***Learningand Instruction***. Wellington Square, Oxford, England, v.4, n.1, p.71-87, 1994.

VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N. Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of modeling in science education. ***International Journal of Science***, London, v.24, n.12, p.1255-1272, 2002.

VANELLI, C. S. ***Futuros Professores das Series Iniciais da cidade de São Marcos - Concepções e Atitudes em Relação à Matemática***. Canoas: ULBRA, 2002. Monografia (Especialização em Educação Matemática), Universidade Luterana do Brasil, 2002.

ANEXOS

ANEXO A – Atividades com frações

ANEXO B – Atividades com frações

ANEXO C - Relatório por itens do estudo da cebola

ANEXO D - Relatório por itens do estudo da cebola

ANEXO E – Tabela de dados criada pelo grupo coração

ANEXO F – Tabela de dados criada pelo grupo C

ANEXO G – Tabela de dados criada pelo grupo Presente

ANEXO H – Gráfico e Modelo Matemático criado pelo grupo Coração

ANEXO I – Gráfico e Modelo Matemático criado pelo grupo C

ANEXO J - Gráfico e Modelo Matemático criado pelo grupo Presente

ANEXO K- Relato do Aluno L

ANEXO L- Relato do Aluno G

ANEXO M- Relato do Aluno M

ANEXO N- Termo de Avaliação do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos e Animais

ANEXO O- Autorização para divulgar e/ou publicar imagens dos alunos do CAE (Escola Adventista de Esteio/RS)

ANEXO P- Autorização para divulgar e/ou publicar as imagens dos alunos da Escola Municipal de Ensino Fundamental Oswaldo Aranha (Esteio/RS)