

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

PRISCILLA ORSO

**DIAGNÓSTICO DA APLICAÇÃO DE MODELAGEM MATEMÁTICA
PARA ENTENDIMENTO DO CRESCIMENTO BACTERIANO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2014

PRISCILLA ORSO



**DIAGNÓSTICO DA APLICAÇÃO DE MODELAGEM MATEMÁTICA
PARA ENTENDIMENTO DO CRESCIMENTO BACTERIANO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Ensino de Ciências – Pólo de Foz do Iguaçu, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Orientador(a): Prof. Me. Willian Arthur P.L.N.T. de M. Brandão

MEDIANEIRA

2014



TERMO DE APROVAÇÃO

Diagnóstico da Aplicação de Modelagem Matemática para Entendimento do
Crescimento Bacteriano

Por

Priscilla Orso

Esta monografia foi apresentada às 11:30 h do dia 28 de fevereiro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Ensino de Ciências – Pólo de Foz do Iguaçu, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. William Arthur P.L.N.T. de M. Brandão
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientador)

Prof^a Dra. Cleonice Mendes Sarmiento
UTFPR – Câmpus Medianeira

Tutora Presencial Andressa M. S. Fukuda
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-.

Dedico a minha família pela confiança em meu trabalho e em especial a meu marido pela paciência e fé no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proporcionar melhora na minha saúde e possibilitar a conclusão de mais este projeto em minha vida.

Aos meus pais, pela compreensão, ajuda e incentivo hoje e sempre em meu processo de aprendizagem. Em especial a minha mãe, que durante o período final para obtenção do grau de especialista em ciências, esteve enferma, e me mostrou o que é o amor e a força de vontade para superar os obstáculos da vida.

Ao meu marido que sempre me orientou e acompanhou de perto meu processo de crescimento pessoal e profissional principalmente durante a fase de envolvimento nas aulas dessa pós-graduação.

Ao meu orientador professor Me. William pelas sábias orientações e paciência ao longo do pouco tempo de desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores e tutores presenciais do curso de Especialização em Ensino de Ciências, que me auxiliaram no decorrer da pós-graduação objetivando minha formação principalmente como pessoa.

Agradecimentos especiais a minha colega Marinez que me auxiliou durante todo esse processo de troca e aquisição de novos conhecimentos.

Enfim, minha gratidão será eterna a todos que contribuíram de forma direta e indireta na obtenção do grau de Especialista em Ensino de Ciências.

“O educador deve ser não um sábio, mas sim um homem diferenciado por sua educação, pela força de seus costumes, pela naturalidade de seus modos, jovial, dócil, acessível, franco, enfim, em quem se encontre muito que imitar e pouco que corrigir” (SIMON BOLIVAR).

RESUMO

ORSO, Priscilla. Diagnóstico da Aplicação de modelagem matemática para entendimento do crescimento bacteriano. 2014. 40p. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

O ensino de microbiologia é um desafio para muitos professores e há muito tempo deixou de ser tema restrito às universidades, e passou a ser tema abordado constantemente nas questões de saneamento básico, cidadania, reportado inclusive nas mídias tecnológicas ao transmitir destaques relacionados a saúde da população, tais como surtos alimentares. A responsabilidade de garantir o aprendizado, da disciplina de biologia, cabe principalmente ao professor da disciplina. Porém no caso das escolas da rede pública brasileira, onde não há suporte nem garantia de construção de laboratórios de microbiologia adequados para demonstração dessa ciência a dificuldade em repassar ao aluno a dimensão do que é um crescimento avançado de micro-organismos ficou difícil. O crescimento exponencial bacteriano e esta demonstração pode ser adequada matematicamente. Com isto, este trabalho teve como objetivos avaliar a realidade do ensino de matemática das escolas públicas da cidade de Medianeira-PR e quantificar a opinião dos professores a cerca da possibilidade do ensino do crescimento de micro-organismos serem aprimorados através de atividades de modelagem matemática, que dispensam infra-estrutura e necessitam tão somente do tema proposto que determinará assim os problemas e resultados. Para isso foram entrevistados através de 2 questionários 11 professores de matemática da rede pública. O primeiro questionário serviu como apresentação dos professores para verificação das maiores dificuldades encontradas no ensino de matemática. O segundo questionário trouxe perguntas sobre atividades específicas principalmente em relação ao desenvolvimento de atividades de modelagem matemática e a classificação do desenvolvimento do aluno após tais atividades. Através da revisão bibliográfica foi possível redigir um exemplo de prática de modelo matemático que foi aplicado no segundo questionário para avaliação dos professores sobre a viabilidade de aplicação em sala de aula. Foi possível verificar que a maior parcela 55% aplica alguma atividade de modelagem matemática em sala de aula. Entre as dificuldades encontradas na execução de atividades deste tipo são excesso de conteúdo, despreparo, falta de tempo no preparo das aulas e motivação. Em relação ao modelo proposto para modelagem de crescimento de micro-organismos 81,81% dos professores acreditam que pode ser de total viabilidade para aplicação em sala de aula.

Palavras-chave: micro-organismos, crescimento exponencial, modelo matemático, demonstração.

ABSTRACT

ORSO, Priscilla. Diagnostic Application of mathematical modeling for understanding bacterial growth. 2014. 40p. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

The microbiology teaching is a challenge for many teachers and a long time ago stopped being restricted to universities, and became a topic constantly discussed in issues of sanitation, citizenship, including reported in technological media when related to population health, such as food outbreaks. The responsibility for ensuring learning, of biology discipline, it's mainly up to subject teacher. But in case of the Brazilian public school, where there's no support or ensuring the construction of adequate microbiology laboratories to demonstrate that science, is difficult pass to student the dimension of what is an advanced growth of microorganisms. The bacterial exponential growth and this demonstration can be adequately mathematically. With this, this study aimed to evaluate the reality of mathematics teaching in the public schools of the city of Medianeira – PR and quantify the opinions of teachers about the possibility of teaching the microorganisms growth are enhanced through mathematical modeling activities, which dispense infrastructure and only requires the theme to be proposed that will determine the problems and results. For that were interviewed through two questionnaires, 11 mathematics teachers from public schools. The first questionnaire served as teachers presentation to verify the biggest difficulties in teaching mathematics. The second questionnaire brought questions about specific activities especially in relation of development of mathematical modeling activities and the classification of student development after the activities. Through the literature review it was possible to draw up a practical of mathematical modeling that was applied in the second questionnaire for teacher evaluation on the feasibility of application in the classroom. Was found that the largest share 55% applies mathematical modeling activities in classroom. Between the difficulties in implementing the activities of this type are excessive content of the discipline, unpreparedness, lack of time for preparing lessons and motivation. In relation to the model proposed to modeling the microorganisms growth, 81,81% of teachers believe that model can be full feasibility for implementation in the classroom.

Keywords: microorganisms, exponential growth, mathematical model, demonstration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Alguns Micro-organismos Constituintes da Flora Comensal e a Sua Localização no Corpo Humano.....	18
Figura 2 – Tipos Morfológicos Fundamentais das Bactérias.....	20
Figura 3 – Curva de Crescimento Típica de Micro-organismos em Alimentos Expressa em Logaritmo de Unidades Formadoras de Colônias/grama/hora.....	20
Figura 4 – Frequência de Aplicação de Modelagem Matemática.....	28
Figura 5 – Dificuldade dos Professores em Aplicação de Modelagem Matemática..	29
Figura 6 – Opinião dos Professores sobre o Conhecimento dos Alunos no Conteúdo ‘Função Exponencial’.....	30
Figura 7 – Satisfação dos Professores com o Entendimento dos Alunos Após Aplicação de Atividades de Modelagem Matemática.....	31
Figura 8 – Opinião dos Professores Sobre a Viabilidade de Aplicação do Modelo Proposto.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 HISTÓRIA DA MICROBIOLOGIA	12
2.2 OS MICRO-ORGANISMOS	13
2.3 OS MICRO-ORGANISMOS E O ENSINO DE MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO	14
2.4 MICRO-ORGANISMOS E A SOCIEDADE: RELAÇÃO ENTRE MICRO-ORGANISMOS, SAÚDE, ALIMENTAÇÃO, E A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	17
2.4.1 Micro-organismos e Saúde.....	17
2.4.2 Micro-organismos e Alimentação	18
2.4.2.1 Objeto de estudo: As Bactérias	19
2.4.2.2 Crescimento Bacteriano	20
2.4.3 Micro-organismos e a Indústria de Alimentos.....	21
2.5 MODELAGEM MATEMÁTICA.....	22
2.5.1 Modelagem Matemática no Ensino de Biologia.....	22
2.5.2 Perspectivas na Relação Ensino-Aprendizagem por Modelagem Matemática	23
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
3.1 LOCAL DA PESQUISA	25
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	25
3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	26
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICE(S)	37

1 INTRODUÇÃO

Há muito tempo, a Microbiologia deixou de ser tema restrito às salas de aula do ensino superior ou a laboratórios de pesquisa para ser tema relacionado às questões básicas de cidadania, envolvendo o meio ambiente, o cotidiano, e a higiene.

Vivemos um momento de grandes avanços científicos e tecnológicos na área das ciências. Vemos com frequência os meios de comunicação abordando questões das mais variadas, entre elas questões biológicas relacionadas a plantas, animais, contaminação alimentar.

Na especificidade do discurso pedagógico, não é negada a importância social em abordar o conhecimento científico nas atividades corriqueiras da vida escolar, no entanto, essa prática nem sempre está presente na sala de aula.

A responsabilidade de garantir o aprendizado, por exemplo, da disciplina de biologia, cabe principalmente ao professor da disciplina. O desenvolvimento de atividades práticas ou não, que coloquem o aluno em contato com esse mundo e com seu mundo real, também cabe a estes professores.

Para que a aprendizagem aconteça, esta deve ser significativa e relevante devem existir relações da experiência nova com as anteriores, vivências pessoais, permitindo a utilização de tudo o que é ensinado em diferentes contextos.

O significado de aprender consiste em aumento das relações estabelecidas entre os conteúdos e dos conteúdos com diferentes situações. Ao longo de alguns anos é observado a dificuldade dos professores de biologia em iniciar, de uma forma mais atrativa aos alunos o conceito de crescimento exponencial microbiano. Percebe-se que a conexão entre os significados de crescimento versus função exponencial não é dado de acordo, e portanto, sempre está sendo repassado a morfologia dos micro-organismos, como eles se reproduzem, o que eles necessitam para reproduzirem-se e que essa reprodução é evidentemente rápida ao extremo, colaborando com o velho comentário que de “um microrganismo se transforma em dois, de dois em quatro, de quatro em oito... e assim sucessivamente” não relacionando a devida importância dessa relação com a função matemática exponencial.

Porém, no caso da maioria das escolas brasileiras onde não há o suporte para laboratórios de ensino de microbiologia adequados, não são realizadas aulas experimentais, para isso objetivou-se com este trabalho o desenvolvimento de atividades de aprendizagem com modelagem matemática onde estas possam trazer o objeto matemático para um contexto com mais significado para o aluno integrando a microbiologia como instrumento para a educação de higiene e contaminação alimentar e permitir a vivência desse aluno com função exponencial agregando inclusive o aprendizado em torno da potenciação. A utilização de modelos matemáticos para o estudo do crescimento biológico contribui de forma significativa ao entendimento da rapidez e as preocupações que envolvem este crescimento a saúde e segurança alimentar.

Este trabalho teve como objetivos avaliar a viabilidade de aplicação de aulas de matemática em conjunto com a aplicação de modelagem matemática em cima do tema 'crescimento de micro-organismos' a fim de propiciar uma ideia clara do desenvolvimento rápido dos micro-organismos nos alimentos e propiciar um maior entendimento sobre o que é contaminação alimentar.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 HISTÓRIA DA MICROBIOLOGIA

Gonçalves (2012) apoiado nos postulados teóricos dos autores Pelczar (1993) e Ferreira (2010) aponta que “os micro-organismos são seres vivos essenciais a Terra, estes segundo vários registros fósseis foram os primeiros organismos vivos a habitar o planeta e, desde então, até os dias de hoje, a sua relação com todos os outros seres vivos acontece constantemente, sendo esta relação indireta, como nas situações que os envolvem em processos biogeoquímicos, ou diretamente como no funcionamento dos próprios seres vivos (GONÇALVES, 2012, p.11).

A relação dos micro-organismos com as doenças surgiu mesmo antes do advento do microscópio. Segundo Finkielman (2007), alguns pensadores como Marcus Terentius Varro (116-27 a.C) e Girolano Fracastoro (1483-1553) já atribuíam que diversas enfermidades deveriam ser provocadas por seres invisíveis à vista humana.

Alguns fenômenos relacionados com micro-organismos já impressionavam os povos antigos, como a fermentação que produz o vinho e o pão. O ano de 1673 foi o qual pela primeira vez bactérias e protozoários foram observados por Antony Van Leeuwenhoek com seu microscópio primitivo, daí então, durante 3 séculos acumularam-se inúmeros conhecimentos sobre os pequenos “animáculos”.

Louis Pasteur contribuiu muito com a microbiologia anos depois, ao observar a fermentação de vinhos e cervejas em 1857 confirmando os preceitos de Charles Cagniard-Latour (1777-1859) que em 1837, segundo Barnett (2003), já havia descrito as leveduras no processo de fermentação, e então após derrubou a teoria da geração espontânea em 1861. Outro processo que contribui até os dias de hoje é o processo de pasteurização desenvolvido por Pasteur.

Outro cientista muito importante para a ciência desenvolveu a teoria do germe da doença em 1876, Robert Koch, que também foi responsável pela descoberta de culturas puras em 1881, o que favoreceu o conhecimento de inúmeros agentes causais de doenças feito por outros cientistas ao longo dos anos.

O ano de 1928 marcou a descoberta, por Alexander Fleming, do primeiro antibiótico, onde por observação de um mofo, o *Penicillium notatum*, verificou-se que o mesmo inibia o crescimento de bactérias assim criando denotadamente a Penicilina. (TORTORA, 2000). A partir destes fatos a importância dos micro-organismos cresceu no contexto das doenças (RIBEIRO, 1997).

Molinaro (2009) demarca o período de 1880-1900 como época áurea da Bacteriologia, pois nesse período, mais propriamente em 1881, que Louis Pasteur ao participar de congresso internacional ocorrido em Londres teve a oportunidade de tomar conhecimento da introdução, por Robert Koch, dos meios sólidos (gelatina, Agar, etc) na Bacteriologia (que até então Pasteur só utilizava meios líquidos o que praticamente impossibilitava o isolamento bacteriano). Koch também desenvolveu técnicas de fixação e coloração, muitas das quais utilizamos até os dias de hoje.

Nos últimos anos, a Microbiologia evolui extraordinariamente e está se mostrando, cada vez mais, uma ciência multidisciplinar. Hoje, podemos observar associação de velhos conhecimentos com os novos, facilitando os diagnósticos e tratamentos médicos.

2.2 OS MICRO-ORGANISMOS

O universo microbiano abrange diversas formas de vida, onde o termo micro-organismos pode ser aplicado a um grupo heterogêneo de seres que vivem como células independentes ou como agregados celulares. Tais grupos podem ser formados de bactérias, arqueas, protozoários, algas, fungos e também vírus e os príons. Segundo Forsythe (2002) estes dois últimos não fazem parte da maioria dos organismos estudados, como as bactérias, pois não são tão facilmente cultivados principalmente os príons, cujos são recentemente descobertos e são proteínas infecciosas incultiváveis. Eles são caracterizados como organismos entre a fronteira do vivo e o não vivo, e os encontramos dentro dos três domínios em que se classificam os seres vivos: Bactéria, Archaea e Eukarya conforme tabela a seguir.

TABELA 1 – MICRO-ORGANISMOS SEGUNDO CLASSIFICAÇÃO ATUAL

DOMÍNIO	BACTERIA	ARCHAEA	EUKARYA			
REINO	EUBACTERIA	ARCHAEBACTERIA	PROTISTA	FUNGI	PLANTAE	ANIMALIA
TIPO DE CÉLULA	Procariótica	Procariótica	Eucariótica	Eucariótica	Eucariótica	Eucariótica
ESTRUTURA CELULAR	Parede celular com peptidoglicano	Parede celular sem peptidoglicano	Parede celular de celulose, em alguns; cloroplastos, em alguns	Parede celular de quitina	Parede celular de celulose; cloroplastos	Sem parede celular nem cloroplastos
ORGANIZAÇÃO	Unicelular	Unicelular	Uni ou pluricelular	Uni ou pluricelular	Pluricelular	Pluricelular
NUTRIÇÃO	Autotrófica (*) ou Heterotrófica (**)	Autotrófica (*) ou Heterotrófica (**)	Autotrófica ou Heterotrófica	Heterotrófica (absorção)***	Autotrófica	Heterotrófica (ingestão)***
EXEMPLOS	Eubactérias	Arqueas	Protozoários e Algas	Leveduras, Mofos, Bolores e Cogumelos.	Briófitas (musgos), Pteridófitas (samambaias), Gimnospermas e Angiospermas.	Invertebrados e Cordados

* Nutrição heterotrófica: o organismo se alimenta de moléculas orgânicas elaboradas por outros seres vivos por absorção (captação de nutrientes dissolvidos na água) ou ingestão (entrada de partículas de alimentos não dissolvidas).

** Nutrição autotrófica: o organismo produz seu próprio alimento a partir de substâncias inorgânicas e de uma fonte de energia. Os seres autotróficos podem realizar fotossíntese (para a qual a fonte de energia é a luz solar) ou quimiossíntese (para a qual a fonte de energia é uma reação química exotérmica).

*** A absorção permite a captação de nutrientes dissolvidos na água; a ingestão se refere às partículas de alimentos não dissolvidas.

Fonte: Malajovich (2009, p. 1)

2.3 OS MICRO-ORGANISMOS E O ENSINO DE MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

A microbiologia (do grego: mikros, “pequenos”, bios, “vida” e logos, “ciência”) é o estudo dos organismos microscópicos e de suas atividades. Quando no sentido de disciplina curricular, devemos considerar que variados micro-organismos podem ser úteis a vida, como nos casos da biotecnologia e suas intervenções na melhoria de produtos e criação de medicinas. Porém, os micro-organismos podem provocar infecções, e que são inúmeras as formas de diagnóstico e identificação dos agentes etiológicos destas enfermidades. Para identificação destes, deve ser feita uma análise minuciosa de sua morfologia, estrutura, reprodução, fisiologia e metabolismo. Dentro desta identificação são avaliados também os conceitos de distribuição natural, alterações físicas e químicas que provocam no meio ambiente, etc.

Também são estes os organismos que causam enorme impacto em toda a vida, assim como na constituição físico e química de todo o planeta, pois são responsáveis pelo transporte de elementos químicos e também da fotossíntese, que é realizada por diferentes micro-organismos de plantas verdes. Além da biosfera os seres humanos também tem relação íntima com os micro-organismos, uma vez que mais de 90% das células do nosso corpo são micro-organismos (Brooks, 2012, p.1).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN's) o ensino de biologia nas escolas brasileiras deve ter o equilíbrio dinâmico da vida como idéia central. A identificação da necessidade dos seres vivos de obterem nutrientes para que ocorra a metabolização acaba por permitir conhecimento acerca de relações alimentares entre os mesmos, o ecossistema, solicitando do aluno a formação do senso crítico para investigar o que está dentro dessa relação de sobrevivência em diversos ambientes. (BRASIL, 2000, p.16).

Há muito tempo, a microbiologia deixou de ser tema restrito a laboratórios e salas de aula do ensino superior e entrou na abordagem crítica do cotidiano das pessoas. Sabe-se que a ciência e a tecnologia se fazem presentes em todos os setores da vida e estão causando enormes transformações, principalmente econômicas. Devido a isso, a biologia está ocupando uma posição de destaque sem precedentes na história da ciência aonde temas relacionados com células-tronco, pesquisas genômicas, clonagens de órgãos, organismos geneticamente modificados ou também chamados transgênicos são assuntos para dentro e fora da sala de aula.

Behrens (2003, p.17) ressalta que “um dos grandes méritos deste século é o fato de os homens terem despertado para a consciência da importância da educação como necessidade preeminente para viver em plenitude como pessoa e como cidadão na sociedade”.

Todavia, verifica-se uma certa deficiência na educação básica de biologia e demais disciplinas, onde nem sempre o que é promovido dentro do ambiente escolar tem permitido que os estudantes se apropriem de conhecimentos científicos e passem a entendê-los, investigá-los e pô-los em prática no dia a dia.

As atividades práticas no ensino de microbiologia aumentaram consideravelmente nos últimos anos, e com isso houve um aumento proporcional a este nos preços dos reagentes, vidrarias e equipamentos para laboratórios. Isso tem dificultado a aquisição de materiais para equipar adequadamente os laboratórios de ensino. Assim, vemos cada vez mais a necessidade dos professores utilizarem a sala de aula para utilizar meios e métodos suficientes alternativos para o ensino desta disciplina, para que os alunos não sejam expectadores de uma transmissão, e sim sujeitos na construção do conhecimento.

Um exemplo da mera transmissão do conhecimento é o caso de que a maioria das pessoas enxerguem os micro-organismos como organismos prejudiciais a saúde, o que nem sempre é verdade, como por exemplo os micro-organismos utilizados na

produção de vacinas, adicionados a produtos alimentícios angariando benefícios a saúde, ou até mesmo os micro-organismos responsáveis pela fermentação do vinho e do pão.

Em estudo recente Souza (2009) verificou que a maioria dos estudantes do ensino fundamental do estado do Rio de Janeiro costuma associar todos os tipos de micro-organismos a doenças.

Os experimentos, neste sentido, podem ser um instrumento para o professor finalizar ou iniciar a compreensão de conceitos, de modo a levar os alunos a compreenderem aquilo que ele, professor, propõe: a concepção do fenômeno vida.

A prática experimental auxilia o professor na perspectiva da aprendizagem, pois pode ser compreendida como parte integrante do conhecimento científico. Logo, o laboratório didático escolar, que além de ser o local para discutir temas apresentados em sala de aula, também é o local de aprimoramento do conhecimento dos alunos em relação à teoria aprendida em sala de aula.

A experimentalização para Gaspar (2005) “é um tipo de atividade que confere muitas vantagens ao processo de ensino e de aprendizagem, por que propicia aos alunos a discussão de idéias e conclusões a partir da visualização de certos fenômenos”. Assim acredita-se proporcionar a interação social, pois alunos interagem na construção do conhecimento ao observarem situações que desafiem a imaginação e raciocínio para desenvolvimento de soluções ou o conhecimento das resoluções.

Aplicação de formas alternativas para o ensino de microbiologia pode ser utilizadas como um instrumento a mais para uma aprendizagem significativa dos conceitos básicos da microbiologia abordada no ensino médio e fundamental, visto que o Brasil é um país com problemas sérios de educação, saneamento básico, higiene e alimentação, fatores altamente favoráveis ao prevalecimento dos efeitos deletérios do mundo microbiano.

2.4 MICRO-ORGANISMOS E A SOCIEDADE: RELAÇÃO ENTRE MICRO-ORGANISMOS, SAÚDE, ALIMENTAÇÃO, E A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

2.4.1 Micro-organismos e Saúde

Os micro-organismos estão intimamente relacionados a saúde de todo ser humano. Sabe-se que 90% de todas as células existentes no corpo humano representam os micro-organismos da flora comensal¹, constituída por populações com características próprias, em determinadas zonas do corpo. É grande a diversidade porém as bactérias são os micro-organismos mais encontrados, Gonçalves (2012) em cima de dados de estudos de Appelberg e Silva (1998) cita que certas bactérias acabam residindo o corpo humano pois conseguem conviver com todas as outras adotando certas estratégias e habitando locais onde não causam nenhum dano ao organismo, porém se passarem de um local para o outro podem se tornar nocivas, são as chamadas bactérias patogênicas oportunistas (GONÇALVES, 2012, p.17)

Sabe-se também sobre a existência de uma flora transitória onde estão os micro-organismos que ao encontrar o organismo não são bem recebidos ou nem sequer tem êxito na colonização. Aqueles que embora consigam entrar, não conseguem se estabelecer devido a competição da flora já residente, estes acabam sendo transitórios.

Existe ainda um terceiro grupo de micro-organismos que foram um relacionamento com o hospedeiro, em sua superfície ou interior, dando início a uma infecção, em casos mais graves chegando a risco de morte do hospedeiro. Estes são os chamados micro-organismos patogênicos.

Os micro-organismos da flora comensal, portanto, podem conviver harmoniosamente com o hospedeiro, já os patogênicos são tratados como micro-organismos nocivos a ele, podendo acarretar desde uma simples infecção, até mesmo doenças mais graves, crônicas. Abaixo podemos observar na figura 1, alguns micro-organismos residentes no corpo humano e que fazem parte da flora comensal.

1

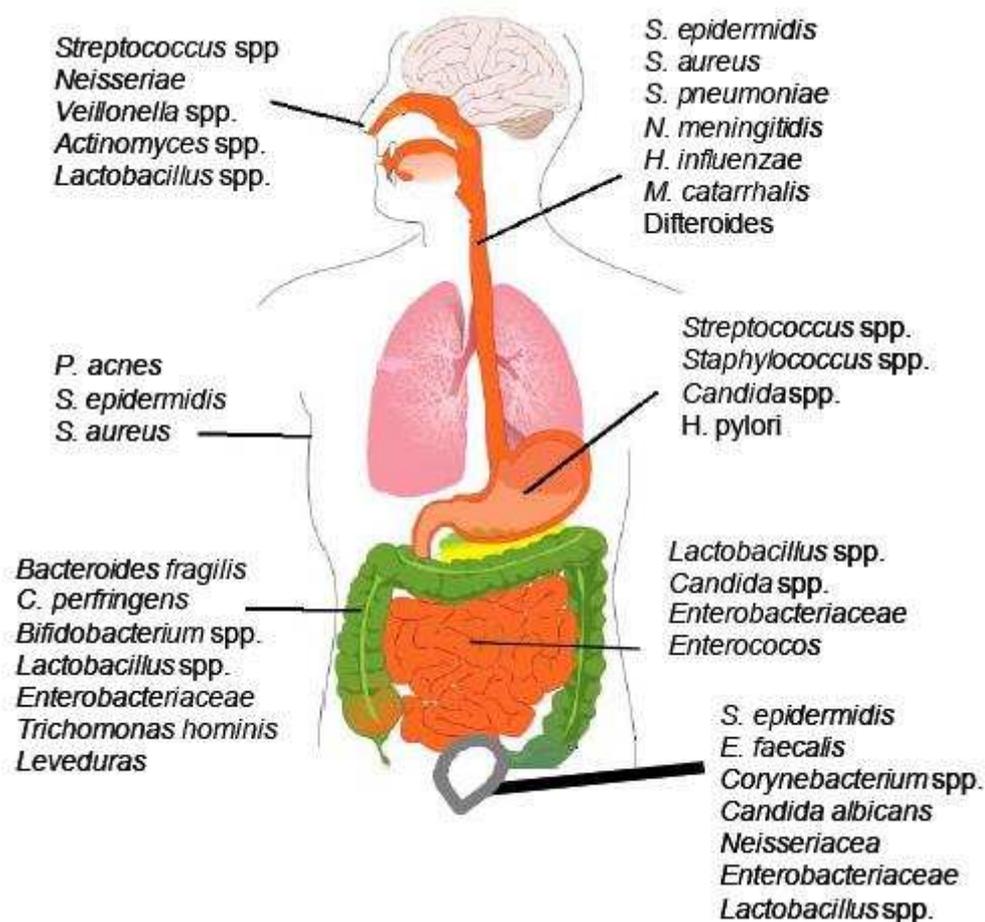


Figura 1 – Alguns Micro-organismos Constituintes da Flora Comensal e a Sua Localização no Corpo Humano

Fonte: Gonçalves (2012,p. 24)

2.4.2 Micro-organismos e Alimentação

Quando se trata de micro-organismos nos alimentos, basicamente é lembrado dos micro-organismos ditos patogênicos, pois é conhecido que estes estejam relacionados com alimentos contaminados, principalmente alimentos in natura. No entanto, em alimentos industrializados é visto que a presença de micro-organismos

¹ Conjunto dos micro-organismos envolvidos no processo de colonização do corpo humano, particularmente adaptados ao seu novo ambiente e que têm a capacidade de formar relacionamentos independentes e estáveis, a longo prazo, com o hospedeiro humano.

pode ter diversas influências negativas como influência patogênica assim como degradativa.

Após o ano de 1857 com as idéias de decomposição dos alimentos impostas por Louis Pasteur foi tomado ciência da importância da conservação dos alimentos. Atualmente, segundo Gava (1984) a maioria dos métodos utilizados na conservação dos alimentos consiste na eliminação dos micro-organismos ou criar situações em que seja possível o retardamento do crescimento destes. (Gava, 1984, p. 57).

Vários agentes causadores de doenças no homem podem ser transmitidos pelos alimentos, por exemplo:

- a) Produtos químicos – metais pesados e pesticidas,
- b) Toxinas naturais de plantas e animais – alcalóides e histaminas,
- c) Vírus – hepatite e poliovírus;
- d) Parasitos – amebas e helmintos;
- e) Bactérias patogênicas;
- f) Fungos toxicogênicos.

Sabe-se que a manipulação inadequada dos alimentos, a aplicação de tratamentos térmicos não eficazes e a ausência de padrões de higiene são as principais causas destas ocorrências (Miller, 2004, p. 9).

2.4.2.1 Objeto de estudo: As Bactérias

Os principais micro-organismos encontrados nos alimentos, e os quais são objetos deste estudo, são as bactérias. Isso porque, pelo seu grande número, diversidade de processos metabólicos e versatilidade tanto na natureza quanto em relação aos seres humanos. Seu tamanho é da ordem de milésimos de milímetro, chamados micrômetros (μm). A maioria das bactérias estudadas nos laboratórios de microbiologia medem de 0,5 a 1,0 μm de diâmetro por 2,0 a 5,0 μm de comprimento, podendo assim serem observadas através de microscopia óptica.

As bactérias podem se apresentar em três tipos morfológicos fundamentais como alongadas (bastonetes ou bacilos), espiraladas (espirilos) e esféricas (cocos). Os cocos podem formar diferentes arranjos (em plano único, ou mais planos) conforme figura abaixo.

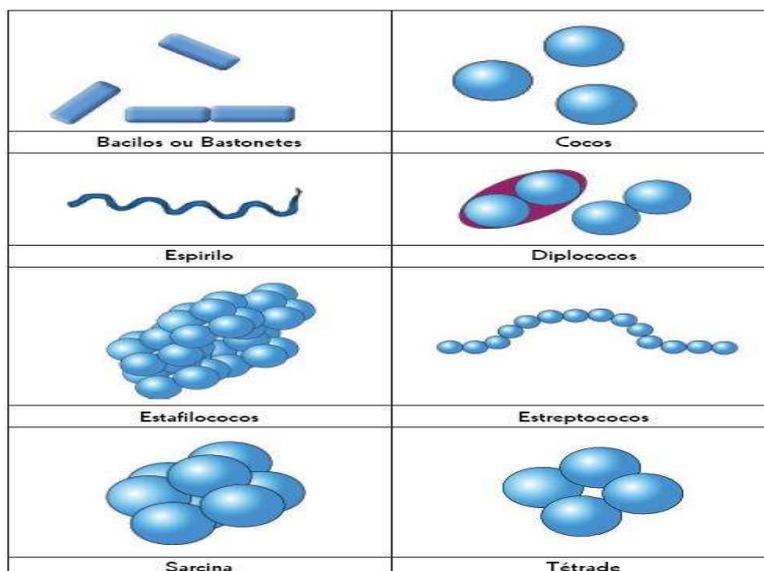


Figura 2: Tipos Morfológicos Fundamentais das Bactérias

Fonte: Adaptado de Molinaro (2009, p. 227)

2.4.2.2 Crescimento Bacteriano

Quando os micro-organismos, principalmente as bactérias, entram em contato com os alimentos, e se as condições forem favoráveis, inicia-se a multiplicação e crescimento seguindo diversas fases. Se realizadas contagens microbianas em placas periódicas e representarmos em gráfico, será obtido uma curva de crescimento como a demonstrada a seguir.

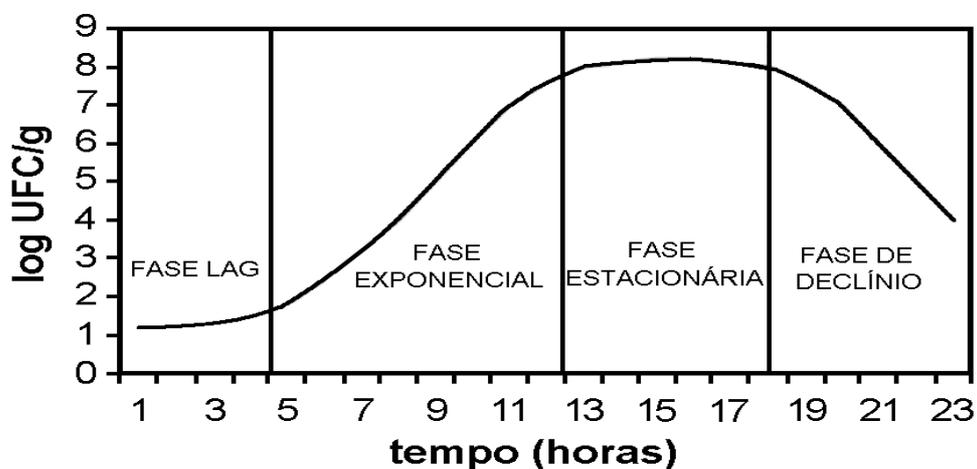


Figura 3 – Curva de Crescimento Típica de Micro-organismos em Alimentos Expressa em Logaritmo de Unidades Formadoras de Colônias/grama/hora.

Fonte: Robazza (2010, p. 103)

Segundo Robazza (2010) o modelo para descrever o crescimento de micro-organismos em alimentos é composto por um sistema de duas equações diferenciais ordinárias de primeira ordem. Isto explica todo o decorrer do crescimento até a fase estacionária e após decréscimo durante a fase de declínio, onde podemos denotar a diminuição de substrato para que esses micro-organismos continuem crescendo nos alimentos como um motivo para esse declínio.

2.4.3 Micro-organismos e a Indústria de Alimentos

Um dos assuntos, se não o principal, e mais importante da esfera industrial é a segurança e qualidade dos alimentos. Em termos de saúde pública, o controle e/ou inativação dos micro-organismos tem papel crucial. É a garantia de maior qualidade de vida através da prevenção e controle da segurança alimentar. Para Miller (2004) os principais micro-organismos responsáveis por surtos epidêmicos são *Campylobacter spp*, *Escherichia Coli*, *Listeria Monocytogenes* e *Salmonella spp* onde a maioria destes surtos ocorre pela ingestão de carnes, frutos e vegetais frescos.

Características específicas de alguns destes micro-organismos, aliadas a capacidade de resistir a temperatura de refrigeração e até de congelamento tornam estas bactérias muito perigosas, e a sua presença mesmo que em números muito pequenos já devem ser sinal de preocupação. Com isso, as indústrias utilizam modelos matemáticos que devem incluir os efeitos de todas as possíveis variáveis do processo, de forma que haja um método eficaz para controle ou inativação de determinada bactéria. Este tipo de estudo através de modelos matemáticos são repassados e frequentemente citados nos ramos da microbiologia preditiva como guias para a indústria e através destes para Miller (2004) o desenvolvimento de tratamentos térmicos eficazes e controlados são cruciais na garantia da segurança e qualidade do alimento a ser produzido.

A microbiologia preditiva consta como papel fundamental e ferramenta imprescindível no desenvolvimento de novos processos, e traz modelos matemáticos e estudos estatísticos do processo como novo caminho para melhores resultados.

2.5 MODELAGEM MATEMÁTICA

O movimento de modelagem matemática internacional e nacional veio sendo delineado durante os últimos 30 anos no Brasil com matemáticos aplicados aderidos a educação matemática, e está diretamente ligado a noção de trabalho de projeto. O tema tem despertado atenção tanto de professores como pesquisadores e alunos das licenciaturas para o movimento que genericamente se trata de aplicar a matemática para resolver questões de outras áreas do conhecimento.

Em geral, são apresentados cinco argumentos: motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sócio-cultural da matemática.

De acordo com Klüber (2007), para desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática pode ser seguidos os seguintes passos: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; 5) análise crítica das soluções (KLÜBER, 2007, p. 2).

São estudos feitos a partir de temas previamente selecionados ou não pelo professor, onde será feito em torno deste uma abordagem investigativa através da matemática de possíveis deduções ou conclusões com o acompanhamento do professor. Porém podem ser diversas as formas de organização das atividades, apontadas através da literatura, como utilização de situações-problema “dirigidas” para sistematizar conceitos diversos da matemática, ou então utilizando artigos de jornal ou revistas que possam ser abordados através de conceitos estatísticos ou de outras áreas da matemática dependendo do tema.

2.5.1 Modelagem Matemática no Ensino de Biologia

O termo microbiologia preditiva foi apontado por Robazza (2010) após estudos em cima das idéias de Nakashima (2000).

A microbiologia preditiva está baseada na hipótese de que o efeito das propriedades dos alimentos como, por exemplo, o pH e a atividade de água, sobre o crescimento microbiano pode ser previsto através de modelos matemáticos derivados de estudos quantitativos dos microrganismos. (ROBAZZA, 2010, p. 101)

Através da microbiologia preditiva observa-se que os modelos matemáticos são essenciais para adquirir novos processos e melhores resultados no que se refere ao crescimento de micro-organismos, e que já é vivenciado no estudo de processos industriais de alimentos, remédios, armazenamento de grãos, entre outras áreas.

Para Beltrão (2010) a modelagem matemática “possibilita compreender e resolver problemas de algum segmento do mundo real” (BELTRÃO, 2010, p.19). E o que é a biologia se não a ciência da vida, em sua dimensão menor.

O estudo feito por Silva (2013) constitui um relato de experiência do conhecimento de potência através da discussão sobre a reprodução de bactérias. Este estudo demonstra que pode ser possibilitado um ensino de duas vias quando apresentado por modelagem matemática, objetivando assim melhorar o conceito abordado das duas disciplinas, tanto sobre a preocupante rapidez com que acontece a reprodução e conseqüente crescimento bacteriano quanto sobre a importância de uma função exponencial no cotidiano.

2.5.2 Perspectivas na Relação Ensino-Aprendizagem por Modelagem Matemática

Nas séries finais do ensino fundamental, observa-se uma distinção entre a matemática denominada abstrata e sua aplicabilidade, nem sempre o que está apresentado como exemplo nos livros didáticos sobre algumas áreas da matemática soa de modo fácil e visível para imaginação destes e acabam por afastar os alunos da aprendizagem desses conteúdos. É nesses momentos que se faz necessário despertar nos alunos a idéia de se conhecer a funcionalidade daquele conteúdo, para o cotidiano deles.

É de longa data o conhecimento a cerca das dificuldades no ensino de cálculo, e estas são tratadas em trabalho e pesquisas em busca das causas e meios para diminuição desses índices, incluindo o índice de reprovação em disciplinas de matemática, e outras correlacionadas, principalmente em cursos de engenharia,

economia, biologia etc. Em recente pesquisa realizada por Beltrão (2010) através da modelagem matemática aplicada a situações conhecidas pelos estudantes do Curso de Tecnologia de Alimentos comprovaram avanço considerável em relação aos conhecimentos matemáticos comparativamente aos dados levantados no início do curso. O modo competente com que os alunos propuseram a utilização de ferramentas matemáticas (funções, derivadas e integrais) em situações típicas para a área de alimentos demonstrou neste estudo o sucesso da aplicação deste método de modelagem para o ensino tanto da matemática quanto conhecimento mais a fundo dos fenômenos da área.

No exemplo citado acima vemos que o aluno e o professor são considerados sujeitos ativos do processo de ensino e de aprendizagem, o que se efetiva a partir de comunicação em sala de aula. É valorizado o que o aluno já sabe e ambos mesmo com diferenças culturais e na bagagem de conhecimento são os responsáveis pela construção do conhecimento e também de conceitos matemáticos a cerca do tema proposto.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

O município de Medianeira está localizado no oeste do estado do Paraná, situa-se a uma latitude de $-25^{\circ}17'43''$ e longitude $-54^{\circ}05'38''$. Fundada oficialmente em 28 de fevereiro de 1961, atualmente conta com área de 314,632 km² e população de 41.830 habitantes segundo o censo IBGE 2010.

A pesquisa foi realizada com professores do Ensino Médio de diversas escolas da cidade.

3.2 TIPO DE PESQUISA

Foi realizada pesquisa bibliográfica a fim de buscar descrever o conteúdo de biologia para o ensino médio, crescimento de micro-organismos, podendo ser relacionado com a disciplina de matemática para entendimento dos riscos e evolução desse crescimento nos alimentos, abrangendo assim um enfoque social dentre os assuntos alimentos x contaminação.

Além disso, foi executada uma pesquisa de campo, envolvendo professores de matemática do ensino médio de várias instituições públicas. Segundo Chagas (2000) o questionário é uma importante ferramenta da pesquisa científica que compreende um conjunto de questões feitas para gerar dados necessários ao desenvolvimento de uma pesquisa. Ainda Chagas (2000), cita como vantagem desse processo de coleta de dados científicos, o poder de estimular a cooperação, e a possibilidade de proporcionar comentários, explicações, e esclarecimentos significativos para interpretação e análise das questões com respostas fechadas. Para isso, foi entregue o questionário ilustrado no apêndice A com perguntas sobre modelagem matemática dentro da sala de aula e perguntas direcionando ao tema da presente pesquisa. A figura ilustrada no apêndice B se trata do segundo questionário

no qual há perguntas direcionadas a proposta de modelagem dentro da sala de aula com o tema desta pesquisa.

3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os dados bibliográficos foram coletados através de pesquisas na Internet, livros didáticos e artigos científicos. Os dados da pesquisa de campo no ensino de matemática em Medianeira-PR e a respeito do material didático proposto foram obtidos através da entrega de questionários a diferentes professores do ensino médio, conforme ilustrado nas figuras 1 e 2, respectivamente.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados da pesquisa bibliográfica foram analisados de acordo com uma seleção de artigos científicos citando possíveis contextualizações do ensino de matemática através de conteúdos da biologia, especificamente contaminação de alimentos, considerando a realidade das escolas e o tempo destinado as aulas de matemática no ensino médio. Os dados obtidos através da prática investigativa foram analisados através das respostas obtidas nos questionários entregues aos professores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica realizada demonstrou várias possibilidades de utilizar a temática “Contaminação alimentar” como meio para contextualizar o ensino de matemática no ensino médio. O roteiro apresentado de modelagem matemática disponibilizado no apêndice B, foi feito em cima de diversas bibliografias apresentadas na fundamentação deste trabalho, e portanto, este modelo pode ser demonstrado em sala de aula de forma fácil, prática, com baixíssimo custo e tempo para preparo da atividade relativamente curto, favorecendo assim a sua aplicação.

BARBOSA (2003) em estudo através da modelagem matemática nos leva a conclusão de que discussões entre alunos através da exploração matemática realizada pelos alunos é importante pois levanta não somente questões matemáticas mas também preocupações a cerca do tema através dos levantamentos de dados.

Em relação ao primeiro questionário aplicado (apêndice A), foi possível verificar que dos 11 professores investigados da cidade de Medianeira-PR todos são graduados em licenciatura em matemática há pelo menos 3 anos.

Quanto à aplicação de modelagem matemática, 2 professores disseram que nunca aplicam modelagem matemática em suas aulas, sendo que a maior parcela (55%) aplica uma vez por ano. As porcentagens podem ser observadas abaixo, na figura 4.

A pesquisa revelou diversos motivos para a não realização de aulas com atividades de modelagem matemática, entre elas falta de tempo no preparo das aulas, excesso de conteúdo e por último despreparo. A longa jornada de aulas, mesmo que com horas atividades, demonstra a dificuldade no preparo de aulas mais implementadas como por exemplo, aulas com atividades de modelagem e também práticas de matemática.

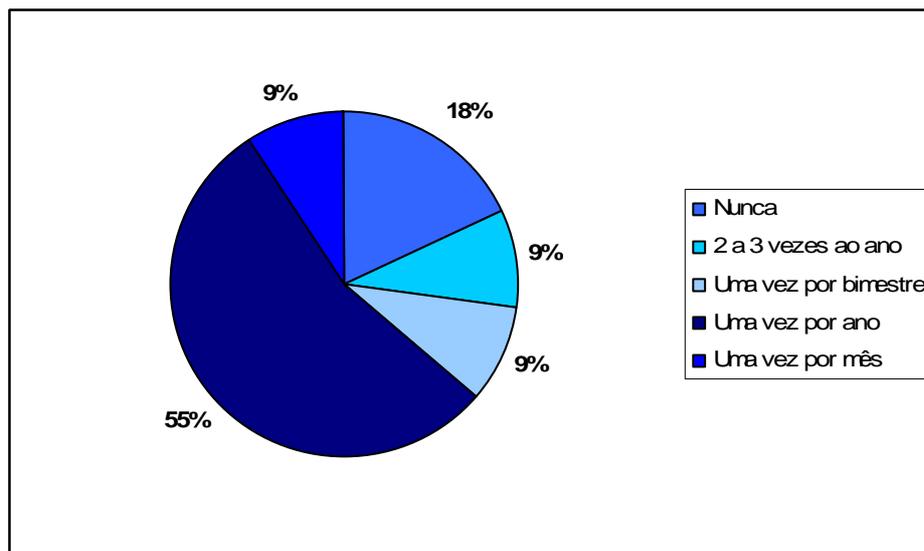


Figura 4 - Frequência de Aplicação de Modelagem Matemática

O excesso de conteúdo a ser implementado durante o ano é extenso e acaba por prejudicar a aplicação de modelagem matemática na sala de aula. Essa aplicação também é prejudicada pela falta de preparo, relatado por 18% dos professores investigados, isso pode ser justificado pelo fato da modelagem não só tratar de matemática, mas também assuntos muitas vezes que não são totalmente do cotidiano do professor de matemática. E portanto, muitas vezes esse despreparo leva a uma justificativa no atraso ou não aplicação de atividades importantes de modelagem matemática, já que, o professor terá de estudar o conteúdo para depois apresentar em sala de aula o tema.

Em estudo recente de Silva (2010) destaca que 50% dos entrevistados em pesquisa justificam a não utilização de modelagem matemática em sala de aula por faltar conhecimento do processo, ou seja, despreparo. E também 50% deles afirmam falta de tempo no preparo das aulas. Dados como esse, só dão conta por reforçar a necessidade de estudo de amenização dos problemas enfrentados atualmente para uma maior qualidade de ensino, e inserção da modelagem matemática nas salas de aula das escolas públicas, principalmente.

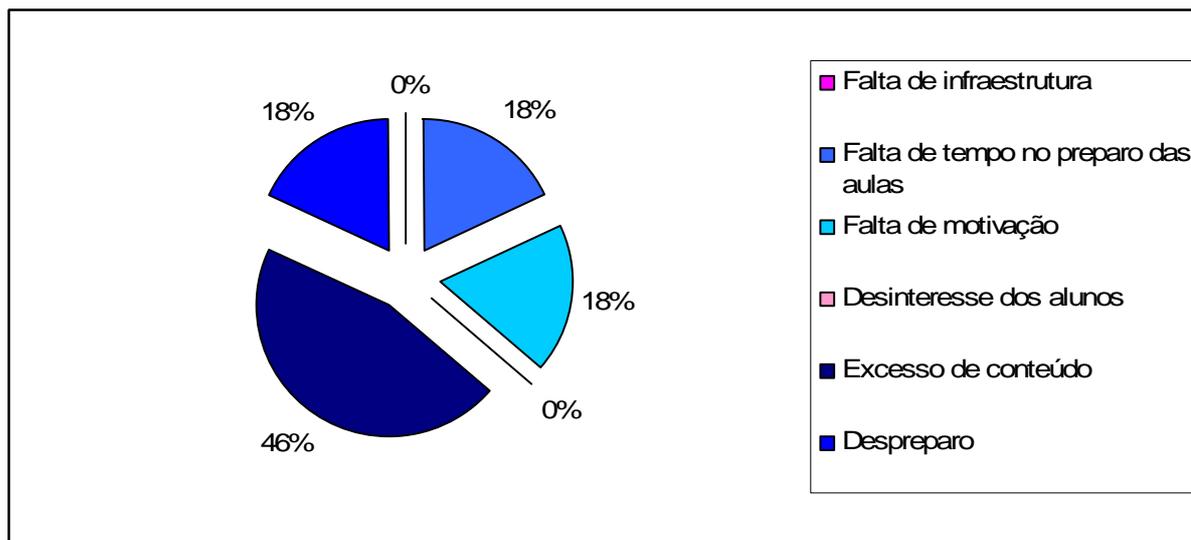


Figura 5 – Dificuldade dos Professores em Aplicação de Modelagem Matemática

Os professores foram questionados a cerca da capacidade dos mesmos correlacionarem os assuntos da modelagem matemática ao cotidiano dos alunos, o que foi sem dúvidas exaltado que sempre conseguiam relacionar. Isso pode ser justificado, a partir do que é ressaltado por Klüber (2007) que no trabalho feito por modelagem “faz-se um caminho inverso do usual”, onde utilizamos o conteúdo escolhido para determinar os problemas. Portanto, ao aplicar modelagem matemática em sala de aula, deve-se ater ao cotidiano do aluno levando-se em conta também a faixa etária da classe.

A partir dos dados levantados neste primeiro questionário, foi entregue o segundo questionário, mais específico no tema modelagem matemática, exemplificando o tema função exponencial no crescimento de micro-organismos, para determinarmos a viabilidade de aplicação desta modelagem no período escolar em que a disciplina de biologia trabalha as definições iniciais de contaminação por micro-organismos, crescimento e desenvolvimento de doenças alimentares ou provenientes do saneamento básico.

Na primeira questão (Apêndice B) é questionado o nível de conhecimento dos alunos sobre o que é função exponencial, onde foi obtido que na opinião dos professores (45,45% deles) crêem que o conhecimento é péssimo, e 27,27% acham o conhecimento bom. Isso reflete uma necessidade de mudança, e aplicação de novas metodologias de ensino para este conteúdo.

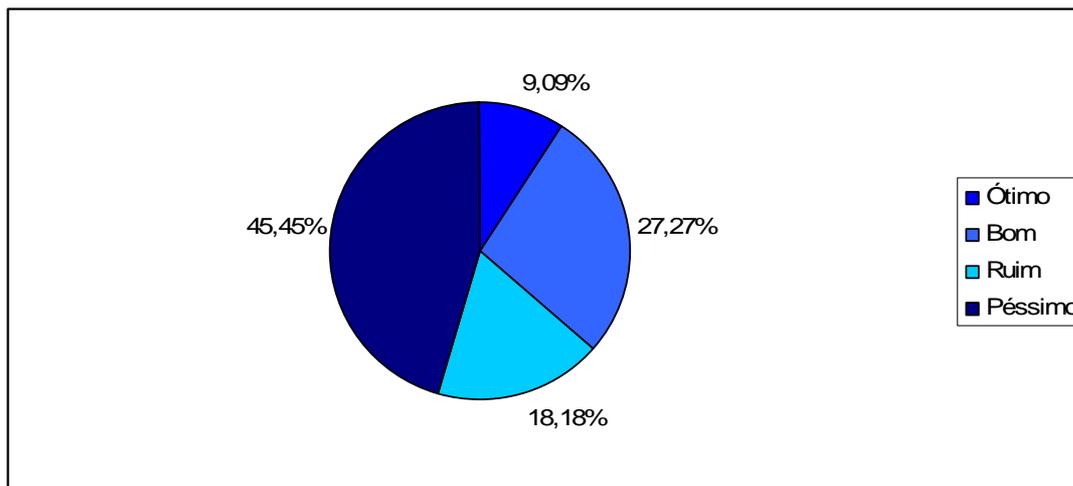


Figura 6 – Opinião dos Professores Sobre o Conhecimento dos Alunos no Conteúdo 'Função Exponencial'

Todos os professores entrevistados via questionário, responderam acharem importante a aplicação de modelagem matemática no ensino das mais diversas funções, porém somente 1 professor respondeu utilizar, de fato, no ensino de função exponencial.

Sobre a avaliação dos professores no entendimento dos alunos após aplicação de atividades de modelagem temos que a maioria dos professores (81,81%) sentem-se de muito satisfeitos ou satisfeitos após este tipo de atividade em sala de aula, implicando um dado positivo. Os professores que disseram ser pouco satisfeitos foram minoria, com 18,18%. E não houveram professores insatisfeitos com os resultados deste tipo de atividade. Isto demonstra o quão importante é na visão dos professores, que tais atividades sejam inseridas em sala de aula, de modo que sejam constantes.

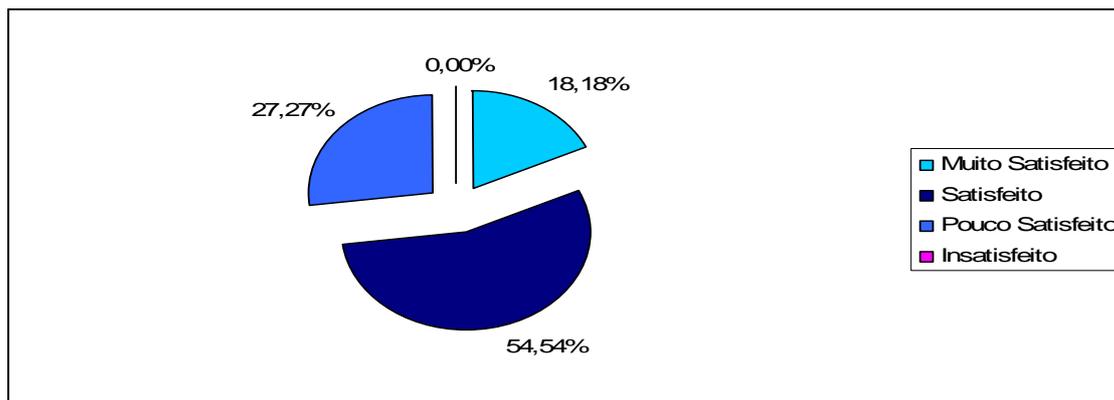


Figura 7 - Satisfação dos Professores com o Entendimento dos Alunos Após Aplicação de Atividades de Modelagem Matemática

A partir dos resultados da satisfação dos professores, demonstra-se que todos responderam positivamente quando questionados se aplicariam alguma atividade de modelagem matemática durante o ensino do conteúdo de função exponencial com o assunto crescimento de micro-organismos.

Sabendo que, as atividades de modelagem matemática não demandam a necessidade de infra-estrutura mas sim, a demanda de conhecimento a cerca do tema, disponibilidade para aplicação, e preparo do plano de aula em si, foi demonstrado como última questão da entrevista um modelo de atividade de modelagem em cima de reportagem sobre o crescimento de micro-organismos. E ao serem questionados sobre a possibilidade ou não de aplicação de tal metodologia em sala de aula, a maioria dos entrevistados (81,81%) responderam que tal atividade poderia ser aplicada totalmente em sala de aula, como demonstra-se na figura 8.

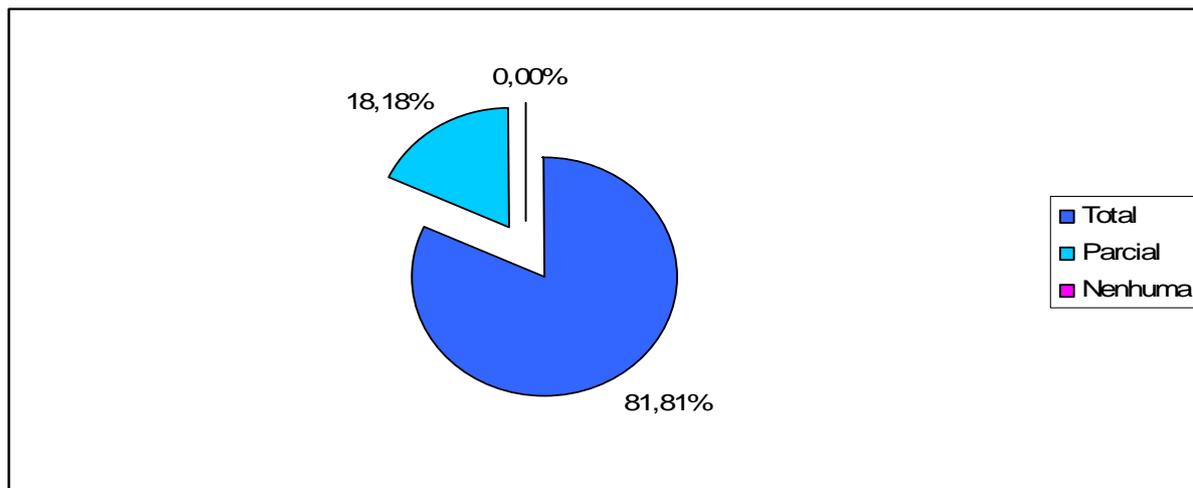


Figura 8 – Opinião dos Professores Sobre a Viabilidade de Aplicação do Modelo Proposto

A partir de toda a pesquisa levantada com os professores das escolas públicas, vê-se um pequeno despreparo e relativa falta de tempo na elaboração dos planos de aula. Porém, mesmo assim, vemos que excepcionalmente todos concordam com a necessidade de aplicação para melhorar o entendimento dos alunos, não só no conteúdo abordado neste trabalho, que foi a função exponencial, mas nos mais diversos conteúdos também.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se a partir da revisão de literatura e levantamento de dados a partir da pesquisa realizada neste trabalho, uma grande necessidade de orientação dos professores de matemática quanto a metodologia de modelagem matemática, propriamente dita. Pois, o que vivenciamos é uma falta de planejamento, com justificativas é claro, porém que podem ser ajustadas.

É preciso elaborar sugestões que possibilitem a opção dos professores vivenciarem a posição de aprendiz, para conhecimento a fundo do processo de formação e desenvolvimento do conhecimento através da modelagem matemática. Um dos grandes benefícios deste tipo de metodologia, visto que o estudo foi feito com professores da rede pública onde diversas pesquisas apontam falta de infraestrutura, é que a modelagem matemática em si, não necessita de grande infraestrutura, tão somente precisa de um assunto, que esteja dentro do contexto vivenciado pelo aluno como cidadão, e que este determine os problemas.

O conteúdo abordado neste trabalho, teve como objetivo elaborar uma pesquisa com professores de matemática em cima de modelagem do crescimento de micro-organismos. Tal conteúdo pode ser administrado e demonstrado juntamente com professores de biologia. É este um dos grandes pilares da educação atualmente, a interdisciplinaridade. Demonstrar matematicamente um crescimento, e fazer com que os alunos entendam a dimensão do problema. Tal interdisciplinaridade pode ser trabalhada após tal atividade, com o desenvolvimento do conhecimento dos alunos a cerca das mais variadas doenças que podem ser transmitidas via contaminação alimentar.

São diversas as possibilidades de ensino-aprendizagem e desenvolvimento do conhecimento dos alunos, que a modelagem matemática vem para desafiar toda e qualquer mente no trabalho de construção do conhecimento, desafiando inclusive a falta de material didática, laboratórios de ensino de matemática e biologia, e infraestrutura, pois a modelagem utiliza somente o conhecimento. Conhecimento este onde um assunto determina o problema.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Jonei C. **Modelagem matemática e a perspectiva sócio-crítica**. In: II Seminário Internacional de Pesquisas em Educação Matemática GT Modelagem Matemática, 2003, Santos. Anais eletrônicos... Santos-SP. SIPEM, 2003.

BARNETT, James. A. Beginnings of microbiology and biochemistry: the contribution of yeast research. **Microbiology**, [S.l.], 149 (3), p. 557-567, 2003.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 3 ed. Curitiba: Champagnat, 2003.

BELTRÃO, M. E. P.; IGLIORI, S. B. C. Modelagem Matemática e Aplicações: Abordagens para o ensino de funções. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, 12 (1), p. 17-42, 2010.

BRASIL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000, 58 p.

_____. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002, 144 p.

BROOKS, Geo F. et al. **Microbiologia Médica de Jawetz, Melnick e Adelberg**. 25 ed. São Paulo: Artmed, 2012.

BRUCKI, Cristina M. **O uso de modelagem no ensino de função exponencial**. 2011. 139 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

CHAGAS, Anivaldo T. R. O questionário na pesquisa científica. [S.l.], v. 1, n. 1, jan-mar, 2000.

FERREIRA, W. F. C.; SOUSA, J. C. F.; LIMA, N. **Microbiologia**. Lisboa: Lidel, 2010.

FINKIELMAN, Samuel. Marco Terencio Varrón y la causa de las enfermedades. **Medicina**, Buenos Aires, 67 (3), p. 306-308, maio/junho, 2007.

FORSYTHE, STEPHEN J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GASPAR, A. **Experiências de ciências**. São Paulo: Ática, 2005.

GAVA, Altanir J. **Princípios de Tecnologias de Alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984.

GONÇALVES, Paulo M. M. **Os microrganismos no 1º e 2º ciclos do Ensino Básico**: Abordagem curricular, concepções alternativas e propostas de atividades experimentais. 2012. 437 f. Tese (Doutorado em Estudos da Criança: Especialidade de estudo do meio físico). Universidade do Minho, [S.l.] – Portugal, 2012.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. **Modelagem Matemática**: pontos que justificam sua utilização no ensino. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte. Anais eletrônicos... Belo Horizonte-MG. UNI-BH, p. 1-19, 2007.

MOLINARO, Etelcia M. **Conceitos e Métodos para a formação de profissionais de laboratórios de saúde**. Vol 4. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio; IOC, 2009.

NAKASHIMA, S. M. K.; ANDRÉ, D. S.; FRANCO, B. D. G. M. Revisão: Aspectos básicos da microbiologia preditiva. **Brazilian Journal of Food Technology**. 3, p. 41-51, 2000.

PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiology**: concepts and applications. New York: McGraw-Hill, 1993.

RIBEIRO, M. A. R. Lessons for the history of science in Brazil: São Paulo's Pasteur Institute. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, III (3), p. 467-484, Nov. 1996-Fev.1997.

ROBAZZA, W. S.; TELEKEN, J. T.; GOMES, G. A. Modelagem matemática do crescimento de Microrganismos em alimentos. **TEMA Tend. Mat. Apl. Comput.** São Carlos, 11, p. 101-110, No. 1, 2010.

SILVA, C. A. M.; SILVA, A. V.; SANTOS, D. R.; BRAGA, G. F.; SANTANA, M. M. D. **Modelagem matemática**: principais dificuldades dos professores do ensino médio. In: III Encontro Paraense de Modelagem Matemática, 2010, Marabá. Anais eletrônicos... Marabá – PA, EPAMM, mai.2010.

SILVA, Miriam C.; MELO, Ledivaldo G. **Relato de experiência:** o conhecimento do conteúdo de potência a partir da discussão sobre a reprodução de bactérias. In: XI Encontro Nacional de Educação Matemática, 9., 2013, Curitiba. Anais eletrônicos... Curitiba-PR. SBEM, jul.2013.

SOUZA, Marina V. A. R. **Estudos de caso: diferentes visões sobre os microrganismos.** 2009.168 f. Dissertação (Mestrado em Química Biológica) – Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia.** 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

APÊNDICE(S)**APÊNDICE A - Questionário para Docentes**

Nome ou Siglas do seu nome: _____

Curso de Graduação: _____ Ano de formação: _____

Disciplinas que leciona atualmente: _____

Por favor, responda o questionário abaixo, se necessário pode assinalar mais que uma resposta:

1. Frequência com que aplica Modelagem matemática: Nunca 2 a 3 vezes ao ano

Uma vez por bimestre Uma vez por ano Uma vez por mês

2. Quais as dificuldades encontradas para realizar aulas com atividades de modelagem:

Falta de infraestrutura Falta de tempo no preparo das aulas Falta de
motivação Desinteresse dos alunos Excesso de conteúdo Despreparo

3. Ao realizar atividades de modelagem você consegue relacioná-las ao cotidiano dos alunos:

Sempre Às vezes Raramente Nunca

APÊNDICE B – Questionário específico de modelagem matemática para docentes

1. O que acha do nível de aprendizagem dos alunos no conteúdo de função exponencial:
 Ótimo Bom Ruim Péssimo
2. Acha importante o uso de modelagem matemática no ensino das mais diversas funções:
 Sim Não
3. Você professor, utiliza métodos de modelagem no ensino de função exponencial em sala de aula?
 Sim Não
4. Qual a sua avaliação de entendimento dos alunos após demonstrações de modelagem:
 Muito satisfeito Satisfeito Pouco Satisfeito Insatisfeito
5. Você acredita que o tema crescimento de micro-organismos seja aplicável como objeto em modelos matemáticos para ensino-aprendizagem da função exponencial?
 Sim Não
6. Avalie o modelo abaixo, e responda se seria viável tal modelagem em sala de aula:
 Total Parcial Nenhuma

Reportagem: Vida e crescimento de uma bactéria

Embora as bactérias ocorram em uma grande variedade de ambientes, elas são mais abundantes em lugares úmidos e de temperatura moderada. Muitas bactérias morrem se expostas a temperaturas secas ou extremas. Algumas bactérias, contudo, são capazes de resistir a essas condições - certos tipos sobrevivem transformando-se em endosporos. Um endosporo é uma célula inativa contendo o DNA de uma bactéria, cercado por uma fina cobertura protetora. Alguns endosporos podem sobreviver por séculos e voltar a ser uma bactéria quando as condições ambientais se tornarem favoráveis.

A maioria das bactérias são heterotróficas, isto é, elas obtêm comida de outros organismos. Outras bactérias são autotróficas, isto é, elas produzem sua própria comida. Bactérias heterotróficas geralmente se alimentam de matéria orgânica morta, embora algumas espécies sejam parasitas. A maioria das bactérias autotróficas usam energia da luz do sol para produzir comida por meio da fotossíntese. Ambos os tipos de bactéria pode ser ou aeróbicas ou anaeróbicas. As bactérias anaeróbicas vivem em ambiente com ausência de oxigênio; bactérias aeróbicas vivem em ambientes no qual o oxigênio livre está presente.

Em geral, as bactérias se reproduzem pela divisão (fissão) simples, ou binária. Sob condições favoráveis, um organismo adulto pode se dividir para formar dois novos organismos. Elas se multiplicam rapidamente, geralmente dobrando sua população a cada 20 minutos. Algumas bactérias se reproduzem por um processo em que um pequeno broto de um único pai se desenvolve em outro organismo novo e idêntico. Poucas bactérias podem reproduzir-se sexualmente sob certas condições. Nesse caso, duas bactérias se unem para formar um zigoto, que se divide em novas células. Algumas bactérias formam colônias que podem tornar-se grandes o bastante para serem vistas a olho nu.

Disponível em <http://saude.hsw.uol.com.br/bacteria2.htm>. Acesso: 09/10/2013

Atividade

Fazer um estudo completo do tipo da função que determina o valor de bactérias a cada período de tempo através de modelo matemático estipulado por você. Considerar que certo alimento (no primeiro instante com 2 colônias de bactérias) fique exposto a temperatura ambiente dentro de um período de 24 horas.

Obs: Uso de tabelas e gráficos são essenciais ao desenvolvimento e explicação posterior.