

# VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática



ULBRA - Canoas - Rio Grande do Sul - Brasil

16, 17 e 18 de outubro de 2013

Relato de Experiência



## MODELAGEM MATEMÁTICA DO CRESCIMENTO MICROBIANO

**Jennifer Valleriano Barboza**<sup>1</sup>

**Luana Tais Bassani**<sup>2</sup>

**Msc. Flaviane Predebon Titon**<sup>3</sup>

**Dra. Sheila mello da Silveira**<sup>4</sup>

### Modelagem Matemática

**Resumo:** A prática relatada neste artigo desenvolveu-se no Estágio Supervisionado III por acadêmicas do curso de Matemática – Licenciatura. Trata-se de uma oficina realizada com a turma do 2º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Câmpus Concórdia. Esta atividade, de cunho interdisciplinar, envolveu a Matemática no crescimento Microbiano através da Modelagem Matemática deste fenômeno, e objetivou integrar a Matemática com a Microbiologia de Alimentos – área técnica da formação dos estudantes envolvidos. Nesse contexto, a oficina ocorreu em dois momentos, a partir dos quais os alunos determinaram um modelo matemático para representar o crescimento exponencial da bactéria *Escherichia coli*. Por meio desta prática, foram vivenciadas diversas situações, as quais permitiram a percepção de que o estágio foi um momento de aprendizados e reflexões sobre a prática docente, o que possibilita ao futuro professor construir seu perfil profissional junto a professores formados e atuantes na área da Matemática e da Microbiologia. Ainda, percebeu-se a importância de que as disciplinas envolvam-se de modo a auxiliar o aluno na construção do conhecimento e também da sua formação profissional.

**Palavras Chaves:** Modelagem Matemática. Microbiologia de Alimentos. Crescimento Exponencial..

### 1. INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Matemática – Licenciatura, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense Câmpus Concórdia. E-mail: jenni\_sud@hotmail.com

<sup>2</sup> Acadêmica do curso de Matemática – Licenciatura, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense Câmpus Concórdia. E-mail: lu\_sani@hotmail.com

<sup>3</sup> Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense Câmpus Concórdia. E-mail: flaviane.predebon@ifc-concordia.edu.br

<sup>4</sup> Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense Câmpus Concórdia. E-mail: flaviane.predebon@ifc-concordia.edu.br

O conhecimento matemático advém da construção humana (GOMIDE apud BOYER, 1996, p. 1), que se desenvolveu, por vezes, a partir do cotidiano do homem e de suas necessidades. O ensino da Matemática, por sua vez, pode considerar essa construção de modo a desenvolver o raciocínio e as habilidades cognitivas do estudante para, assim, formar um cidadão crítico, reflexivo e que compreenda a Matemática não somente na sala de aula, mas também fora dela.

De acordo com o Ministério da Educação (BRASIL/MEC, 1999, p. 251) a matemática tem caráter formativo, pois “contribui para o desenvolvimento de processos de pensamento e a aquisição de atitudes, cuja utilidade e alcance transcendem o âmbito da própria matemática, podendo formar no aluno a capacidade de resolver problemas”.

Assim, torna-se imprescindível que o ensino de Matemática promova a percepção de que esta ciência não auxilia somente na preparação profissional, mas também na compreensão do mundo e seu desenvolvimento social. Nesse contexto, Lopes (2006, p. 2) afirma que “é importante esclarecer que esta disciplina não se limita apenas à preparação de um profissional para a área de trabalho, mas assim como nas ciências humanas, também tem grande importância no desenvolvimento social dos educandos”.

Referente a isso, o professor deve contextualizar o ensino em sua prática, para que o aluno compreenda as aplicações da Matemática em sua vida, a fim de percebê-las em sua profissão e no cotidiano. Afinal, a compreensão matemática é um dos elementos fundamentais para a formação de um cidadão e deve ser desenvolvida no aluno, de modo a estar apto para lidar com as mudanças e as condições adversas da sociedade.

Como ressalta Skovsmose (2004, p. 83) “a escola deve auxiliar o aluno em sua formação cultural, crítica e política, aspectos estes que convergem para o desenvolvimento do exercício de cidadania”. Para isso, cabe ao professor propor atividades que estimulem em seus alunos o raciocínio lógico, a interação com a realidade e, conseqüentemente, a interação entre diversas áreas, pois a partir da união de disciplinas constrói-se conhecimento.

Contudo, além da organização institucional e da educação por vezes deficitárias, ainda verifica-se que na escola o conhecimento vem sendo interpretado “como produto pronto e acabado, sucateado e fragilizado podendo ser transmitido e armazenado pela repetição e memorização” (VEIGA, 2008, p.52). Em função disso, deve-se “romper com essa lógica

conservadora, trabalhando o currículo de forma integrada e interdisciplinar, a fim de reduzir o isolamento e a fragmentação” (VEIGA, 2008, p.59).

Nesse sentido, pode-se salientar que a educação trata-se de “um processo de construção permanente; interdisciplinar e contextualizado; fruto da ação individual e coletiva dos sujeitos” (VEIGA, 2008, p.64). Desse modo, a aprendizagem se constrói de forma a concretizar um ensino de qualidade e, assim, aproxima-o ao cotidiano dos alunos, ignorando a fragmentação.

Referente a isto, Fazenda (1996) afirma que o trabalho interdisciplinar é comprometido com um fazer social, e a partir da intencionalidade dos participantes dispõe-se a ensinar, e, além disto, a interferir no cotidiano e a produzir conhecimento.

Assim, objetivou-se integrar a Matemática e a Microbiologia, afinal o próprio Projeto Pedagógico do curso técnico em alimentos integrado ao ensino médio (PPC, [s.d.], p. 31) do curso relata que o professor, em seu planejamento, deve “utilizar conceitos matemáticos adequadamente para a interpretação, resolução e contextualização de problemas nos campos da matemática e aplicados a área técnica, desenvolvendo habilidades de organização lógica, de argumentação e de análise”.

Para propiciar a abordagem dos conceitos matemáticos envolvidos no fenômeno, utilizou-se da metodologia da Modelagem Matemática. De acordo com Bassanezi (2012, p. 10) “a modelagem é o processo de criação de modelos onde estão definidas as estratégias de ação do indivíduo sobre a realidade, mais especificamente sobre sua realidade, carregada de interpretações e subjetividades próprias de cada modelador”.

Ao pensar em alternativas para tornar o ensino próximo da realidade dos alunos e também para ocorrer a interação entre os conhecimentos matemáticos adquiridos em sala de aula com outras disciplinas, desenvolveu-se uma oficina por meio do Estágio Supervisionado III, referente ao crescimento microbiano, sendo um tema abordado na Microbiologia de Alimentos, disciplina integrante da matriz curricular. Esta atividade foi proposta para uma turma de segundo ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Alimentos do Instituto Federal Catarinense – Câmpus Concórdia devido à sua importância para a formação de um profissional de alimentos, uma vez que diversos conceitos matemáticos podem ser envolvidos.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

No primeiro momento, realizou-se a oficina no laboratório de Microbiologia do IFC – Câmpus Concórdia com a turma 2E do Curso Técnico em Alimentos integrado ao Ensino Médio, na qual compareceram quatro alunos.

No desenvolvimento da oficina, primeiramente foram abordados conceitos na área da Microbiologia utilizando recurso multimídia. Logo em seguida, os alunos participaram da experimentação, a qual envolvia coletas de dados referentes ao crescimento da bactéria *Escherichia coli*, para posteriormente iniciarem as atividades de Matemática, incluídas no guia didático que foi entregue aos alunos. Estas atividades direcionavam os estudantes para, a partir dos dados obtidos, relacionarem o crescimento microbiano a diversos conceitos matemáticos através da metodologia da Modelagem Matemática, e assim construir um modelo matemático para expressá-lo.

Em um segundo momento, a prática foi realizada no laboratório de informática. Neste dia compareceram dois alunos, sendo que um deles não esteve presente na oficina anterior. Em função disso, foram revisados os conceitos da Microbiologia, para então continuar as atividades propostas no guia didático.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

No primeiro momento da oficina, foram apresentados conceitos de Microbiologia, a citar: os reinos – com ênfase ao reino monera – e a importância das bactérias – especialmente a *Escherichia coli* (pois foi com esta espécie que realizou-se o acompanhamento do crescimento). Sobre a bactéria, ainda foram abordadas algumas características morfológicas e também sua importância, pois alguns grupos de *E. coli* podem causar doenças – foram citadas duas delas – e também são coliformes fecais indicadores de qualidade da água e dos alimentos.

Em seguida, a estagiária do laboratório fez uma coleta da cultura bacteriana bem como posteriores diluições e inoculações em meio de cultura para demonstrar aos alunos como obter dados sobre a quantidade de microrganismos em determinado tempo. Logo após os procedimentos, os alunos contaram algumas colônias nas placas de Petri.

A partir disso, foi entregue um guia didático para que os alunos iniciassem as atividades de Matemática. Primeiramente, eles identificaram as variáveis por meio das contagens e construíram uma tabela constando o tempo, a diluição e a quantidade de microrganismos (figura 1). Conforme a diluição das amostras, os alunos realizaram uma multiplicação por potências de base dez, para verificar a quantidade aproximada de microrganismos em cada tempo.

tempo	diluição	colônias	c. d
0	$10^0$	15	15
1	$10^1$	17	17
2	$10^2$	84	84
3	$10^{-1}$	107	1070
4	$10^{-3}$	26	26000
5	$10^{-3}$	164	164000
6	$10^{-4}$	121	1210000

Complete a tabela com os nomes das variáveis e seus respectivos valores.			
TEMPO (HS)	PLACA	BACTÉRIAS	DILUIÇÃO
0	T0	15 / 14	$10^{-0}$
1	T1	17	$10^{-0}$
2	T2	84	$10^{-0}$
3	T3	107	$10^{-1}$
4	T4	200	$10^{-2}$
5	T5	164	$10^{-3}$
6	T6	121	$10^{-4}$

Figura 1: Tabelas construídas pelos alunos.  
 Fonte: O Autor, 2013.

De acordo com os dados da tabela, os alunos construíram um gráfico (figura 2) relacionando as variáveis tempo e quantidade de bactérias. Para isso ajustaram o número de bactérias em uma escala adequada.

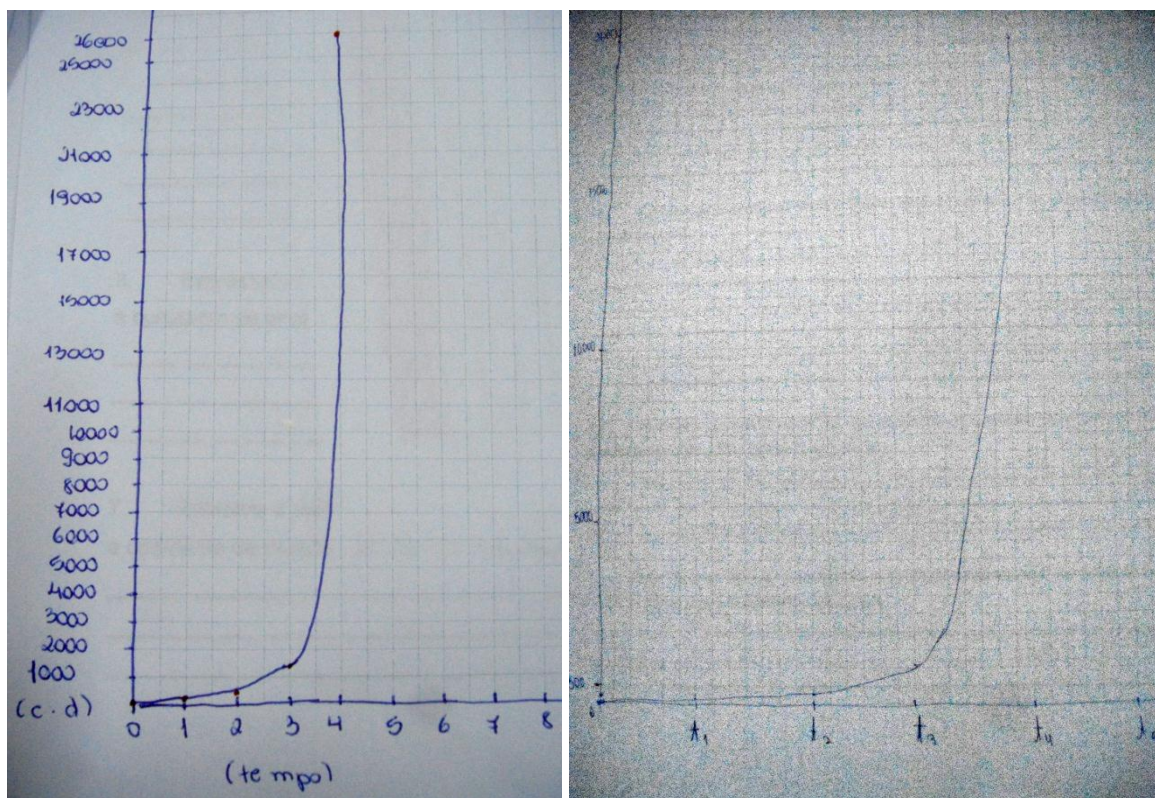


Figura 2: Gráficos construídos pelos alunos.  
Fonte: O Autor, 2013.

No decorrer da atividade, pode-se perceber a importância dos professores envolverem os alunos em atividades interdisciplinares, proporcionando aos mesmos entender a Matemática presente em outras áreas do conhecimento. À medida em que os alunos compreendiam o crescimento microbiano por meio das contagens nas placas e também da construção da tabela e do esboço do gráfico, pode-se verificar que eles associaram os conceitos matemáticos envolvidos na atividade.

Uma vez que parte desta oficina ocorreu no laboratório de Microbiologia, pode-se evidenciar a importância da colaboração, tanto da estagiária do laboratório quanto da professora da disciplina de Microbiologia, pois foi imprescindível o auxílio proporcionado e a disposição em ajudar para o melhor desenvolvimento e acompanhamento da atividade. Nesse aspecto, observou-se que em momentos que professores atuantes, estagiários e também futuros professores – de diversas áreas – se unem para a construção de atividades interdisciplinares, a qualidade no processo de ensino-aprendizagem dos alunos pode ser evidenciada. Referente a isto, o PPC ([s.d.], p.94) afirma que a “interdisciplinaridade pode ser entendida como regime de cooperação e interação de conhecimento pertencente a diversas

disciplinas e que se realiza entre estas por meio de trocas, visando o enriquecimento mútuo” por meio de situações-problema contextualizadas de modo a aproximar o ensino à realidade, e propiciar a formação de profissionais experientes na sua área de atuação.

O segundo momento da oficina, por sua vez, ocorreu no laboratório de informática. Primeiramente, houve a socialização dos conceitos abordados sobre a microbiologia e também sobre os dados obtidos com a contagem das colônias nas placas de Petri. Após a construção do gráfico, foi orientado aos alunos que encontrassem a constante de proporcionalidade ( $k$ ) em cada intervalo de tempo (resultante da razão entre a quantidade no tempo posterior e anterior). Em seguida, foi proposto que eles encontrassem a média aritmética entre as constantes de proporcionalidade maiores que 6, a qual resultou em aproximadamente 11,7.

Para a construção do modelo matemático – o qual trata-se de “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real” (BIEMBENGUT & HEIN, 2007, p.12) – foi sugerido aos alunos, por meio de perguntas norteadoras, que encontrassem uma lei matemática para determinar a quantidade ( $Q$ ) de bactérias em função do tempo ( $t$ ). Inicialmente, conseguiram encontrar um valor aproximado para a terceira quantidade multiplicando a constante de proporcionalidade pela segunda quantidade e o mesmo aconteceu na quarta em relação à terceira:

- Entre  $Q_0$  e  $Q_1$  o crescimento está em fase lag – de adaptação dos microrganismos ao meio, não havendo considerável aumento no seu número.

- $Q_3 = Q_2 \cdot k$

- $Q_4 = Q_3 \cdot k$

Contudo, quando foi solicitado aos alunos que encontrassem a quarta quantidade em função da segunda, perceberam-se dificuldades. Dessa forma, foram auxiliados na elaboração da lei matemática que representasse a quantidade de bactérias em função do tempo (figura 3).

- $Q_4 = Q_3 \cdot k \rightarrow Q_4 = (Q_2 \cdot k) \cdot k \rightarrow Q_4 = Q_2 \cdot k^2$  e, de forma genérica, utilizando da variável “ $t$ ”:

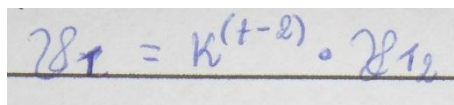

$$Z_{t_1} = K^{(t_1 - t_2)} \cdot Z_{t_2}$$

Figura 3: Expressando a função exponencial.  
Fonte: O Autor, 2013.

Com a determinação do modelo matemático, os alunos tiveram de classificar a função de acordo com as funções que já conheciam, considerando a variável no expoente. Após discussões, elencaram a possibilidade de se tratar de uma função exponencial, porém com incerteza. Assim, realizou-se uma revisão acerca dos tipos de função – relacionando sua representação genérica e comportamento do gráfico – na qual abordou-se função: de primeiro grau, de segundo grau, de terceiro grau, trigonométrica e exponencial. Ao término da atividade, os alunos construíram um gráfico no software Winplot com o modelo elaborado, dispondo das orientações das professoras.

Além disso, os participantes construíram um gráfico com a função  $Q = 2^t$ , após a explicação de que, em condições ideais e com diversas coletas, percebe-se que o crescimento de uma bactéria segue esta função matemática (se for mais bactérias, multiplica-se o número inicial de bactérias por  $2^t$  – na função acima não aparece por que é um), afinal em cada intervalo de tempo cada indivíduo da população divide-se, formando dois indivíduos iguais. Ainda, foi explicado que, ao considerar os testes conforme aquele em que foram extraídos os dados para a tabela – de hora em hora – o normal seria que a *E. coli* se reproduzisse a cada 20 minutos, o que implicaria em uma razão de  $2^3$  a cada hora. Neste momento, foi possível perceber que os conceitos construídos com os alunos se tornaram significativos, pois eles não somente participaram de forma ativa ao construir seu conhecimento, mas também relacionaram diferentes áreas.

Pode-se ressaltar que a função construída (figura 3) estava próxima dos dados coletados. Todavia, no momento em que foi feito o experimento em forma de teste para posteriormente fazer com os alunos, percebeu-se que os dados estavam mais próximos entre si do que os que foram coletados na segunda vez (figura 1), na qual os alunos estiveram anotando os dados através da contagem de microrganismos.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das oficinas propostas, foi possível perceber a importância de se relacionar os conceitos trabalhados em sala de aula com a futura formação do profissional Técnico em Alimentos, pois alguns alunos comentaram que foram poucas as vezes em que os professores das disciplinas do tronco comum do ensino regular relacionaram os conteúdos com a área técnica. Apesar de ter sua importância relatada no documento, propostas interdisciplinares desafiam a prática docente, pois observou-se que se faz necessário tempo hábil, disposição e cooperação dos professores envolvidos nas práticas, conforme traz Fazenda (1994, p. 135-136), quando diz que “um educar interdisciplinar não se constrói da noite para o dia”.

Dessa forma, é indispensável que quando ocorram práticas interdisciplinares os professores estejam em comum acordo sobre quais objetivos se pretende alcançar e também que disponibilizem tempo para a construção, elaboração e realização deste tipo de prática. Ainda, pode-se perceber que é indispensável ao professor ter conhecimento de como relacionar a sua disciplina com a área técnica, para que ocorra uma aproximação dos conhecimentos adquiridos em sala com a formação técnica do aluno. Afinal, a interação entre as disciplinas, não somente proporciona um trabalho significativo e de qualidade, mas também pode proporcionar interação e comunicação entre professores de diversas áreas, pois possibilita a interação entre professor, aluno e cotidiano, de modo a promover um trabalho de construção coletivo, no qual o aluno tem papel fundamental na construção de seu conhecimento.

Estima-se que alguns motivos contribuíram na participação de poucos alunos na oficina, como: ser desenvolvida com turmas de ensino técnico que possuem uma elevada carga horária de aulas e práticas, ser uma atividade de caráter não obrigatório e também porque os alunos, de ambas as turmas, apresentavam diversas tarefas escolares por fazer. Estas condições acabaram comprometendo a participação deles no período extraclasse, pois havia diversos alunos interessados que não compareceram. Contudo, por não se tratar de turmas grandes, as professoras conseguiram estar mais próximas de cada participante para acompanhar e auxiliar.

Ainda referente às oficinas, pode-se citar que não foram realizadas apenas para cumprir as obrigações de estágio, mas as escolhas foram permeadas por justificativas importantes, afinal tratava-se de uma oficina que aliava a Matemática à área técnica da formação do Técnico em Alimentos, práticas as quais o próprio PPC valoriza. O fato de

envolver a Modelagem Matemática no ensino propiciou perceber que o professor de Matemática pode utilizar da Modelagem Matemática para auxiliar a compreensão da situação/do fenômeno estudado.

Além disso, verificou-se a importância de que, ao realizar a prática interdisciplinar, os profissionais da Microbiologia estiveram apoiando e incentivando no decorrer do planejamento da aula e execução da oficina, de modo que contribuíram significativamente para seu desenvolvimento. Desse modo, a experiência vivenciada permite ainda afirmar que as práticas interdisciplinares desafiam os limites do conhecimento do professor, e sua execução motiva o desenvolvimento de mais práticas interdisciplinares.

## 5. REFERÊNCIAS

BASSANEZI, R. C. **Temas & modelos**. Campinas, SP: UFABC, 2012.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. 4 ed. São Paulo: Contexto, 2007.

BOYER, Carl B. *História da matemática*. São Paulo: Edgard Blucher. 2 ed. rev. 1996.

FAZENDA, I. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas, SP: Papyrus, 1994.

KUENZER A.Z. **Ensino médio profissional: as políticas do estado neoliberal**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

LOPES, Washington Lauriano. *Filosofia da educação matemática reflexão e pesquisa sobre a importância do ensino de matemática*. [2006..] Disponível em [http://www.unimesp.edu.br/arquivos/mat/tcc06/Artigo\\_Washington\\_Lauriano\\_Lopes.pdf](http://www.unimesp.edu.br/arquivos/mat/tcc06/Artigo_Washington_Lauriano_Lopes.pdf). Acesso em 14 ago. 2008.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura/Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEF, 1999.

FAZENDA, I. (org). **Práticas interdisciplinares na escola**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 1996.

PROJETO PEDAGÓGICO do Curso Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio.

VEIGA, I. P. A. **Projeto político-pedagógico: novas trilhas para a escola**. In: VEIGA, I. P. A; FONSECA, M. F (Orgs). *As dimensões do projeto político-pedagógico*. 6 ed. Campinas, SP: Papyrus, 2008.