

**UMA EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR COM METODOLOGIAS ATIVAS ENVOLVENDO
MATEMÁTICA E MICROBIOLOGIA NO CURSO SUPERIOR DE BIOMEDICINA**
***AN INTERDISCIPLINARY EXPERIENCE WITH ACTIVE METHODOLOGIES INVOLVING MATHEMATICS
AND MICROBIOLOGY IN THE UNDERGRADUATE BIOMEDICINE COURSE***

DANIEL QUEIROZ HESE DA SILVA
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, **CAMPUS VILA VELHA**
danielqhs@gmail.com
LAURO CHAGAS E SÁ
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, **CAMPUS VILA VELHA**
lauro.sa@ifes.edu.br
CARINE CONEGLIAN DE FARIAS
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, **CAMPUS VILA VELHA**
carine.colman@ifes.edu.br

Resumo: O estudo de metodologias ativas e de tecnologias na educação motivou-nos a validar um material didático sobre Matemática e Microbiologia em uma turma do Curso Superior de Biomedicina do Ifes, *campus* Vila Velha. O material proposto relacionou a função exponencial e o crescimento bacteriano, por meio de textos, atividades, laboratório virtual e o software de geometria dinâmica GeoGebra, integrados na ferramenta lição do Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle. As atividades ficaram disponíveis durante quatro semanas, entre novembro e dezembro de 2020, e sua aplicação contemplou trinta e um estudantes, apenas na modalidade online, devido à pandemia da Covid-19. Ao final, acreditamos que, por meio da interdisciplinaridade e de metodologias ativas, produzimos conhecimentos de modo integrado e apresentamos aos participantes do estudo um modelo de material didático que se alinha às demandas do mundo do trabalho e que aproxima a realidade vivenciada pelo estudante do curso de graduação em Biomedicina.

Palavras-chave: Matemática. Microbiologia. Interdisciplinaridade. Metodologias Ativas. Biomedicina.

Abstract: *The study of active methodologies and technologies in education motivated us to validate a didactic material on Mathematics and Microbiology in a group of the Superior Course of Biomedicine of the Ifes, campus Vila Velha. The proposed material related the exponential function and bacterial growth, through texts, activities, virtual laboratory, and the dynamic geometry software GeoGebra, integrated in the lesson tool of the Moodle Virtual Learning Environment. The activities were available for four weeks between November and December 2020 and their application included thirty-one students only online, due to the Covid-19 pandemic. In the end, we believe that, through interdisciplinarity and active methodologies, we produce knowledge in an integrated way and present to the study participants a model of didactic material that is aligned with the demands of the world of work and that approximates the reality experienced by the student of the course of degree in Biomedicine.*

Keywords: *Mathematics. Microbiology. Interdisciplinarity. Active Methodologies. Biomedicine.*

1 INTRODUÇÃO

Frente à globalização e à criação de novas formas de ensino-aprendizagem, as tecnologias de informação e comunicação têm se tornado grandes aliadas da educação. Junto à crescente complexificação das redes de informações e à disseminação de novos modelos educacionais, emergem as metodologias ativas. De acordo com Diesel, Baldez e Martins (2017), essa metodologia de ensino é pautada na autonomia e na reflexão do estudante – centro do processo educativo, a partir da problematização da realidade e do trabalho em equipe, mediado pelo professor.

A partir desse cenário, desenvolvemos um projeto de Iniciação Científica Júnior sobre a implementação de metodologias ativas para Educação Matemática de estudantes da Educação Profissional e Tecnológica. Tal projeto desmembra-se em diferentes planos de trabalho, dentre eles, o que circunscreve este artigo. Durante a pesquisa, elaboramos um material didático virtual, com foco na interdisciplinaridade, integrando Matemática e Microbiologia, especialmente no que diz respeito ao crescimento bacteriano e sua relação com a função exponencial. Apesar do plano focalizar estudantes do Ensino Médio Integrado, a realização de atividades pedagógicas não presenciais (APNP) impostas pela pandemia de Covid-19 fez com que a validação da pesquisa com estudantes de graduação surgisse como oportunidade de ampliar os horizontes educacionais.

Apresentaremos, neste artigo, reflexões suscitadas ao validar o material didático com graduandos do terceiro período do curso superior de Bacharelado em Biomedicina do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), *campus* Vila Velha. A seguir, apresentaremos nosso marco teórico sobre interdisciplinaridade e formação profissional. Em seguida, detalharemos nosso percurso metodológico e relataremos a experiência didática. Por fim, compartilharemos nossas análises e conclusões, à luz do referencial adotado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Microbiologia é uma disciplina científica, presente tanto no Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio quanto na Graduação em Biomedicina, responsável por estudar os microrganismos. Através dela, conhecemos a bacteriologia e aprendemos que as bactérias podem

se desenvolver fora do seu habitat natural, cultivadas em meios de cultura, e apresentam quatro fases de crescimento (lag, exponencial, estacionária e declínio – respectivamente). Os meios de cultura são insumos preparados em laboratórios que fornecem os nutrientes para o crescimento e desenvolvimento desses microrganismos. Existe uma grande diversidade destes meios, diferenciados em três aspectos (estado físico, objetivo funcional e composição química), utilizados para análises laboratoriais e estudos científicos com diferentes objetivos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2010).

Diante da nossa proposta de integrar Matemática e Microbiologia, é preciso estabelecer definições e discussões a respeito da interdisciplinaridade e das metodologias ativas. Portanto, iniciando com a interdisciplinaridade, conceituamos essa como uma estratégia para superar a fragmentação dos saberes em nome da ciência moderna (JAPIASSU, 1976; GONÇALVES; PIRES, 2014). Na verdade, precisamos enxergar por mais de uma perspectiva, não negando a necessidade de especialização ou fragmentação no processo de evolução do conhecimento – como a graduação, mas tendo consciência do todo que dá sentido às partes.

No caso específico dos Cursos de Graduação em Biomedicina, a Resolução CNE/CES nº 2/2003, que instituiu Diretrizes Curriculares Nacionais para este curso, orienta que a formação do biomédico deve promover a construção de conhecimentos requeridos para o exercício profissional, como o de “atuar multiprofissionalmente, interdisciplinarmente e transdisciplinarmente com extrema produtividade na promoção da saúde baseado na convicção científica, de cidadania e de ética” (BRASIL, 2003, Art. 5º). Para tanto, a estrutura do curso deve assegurar “as atividades teóricas e práticas presentes desde o início do curso, permeando toda a formação do biomédico, de forma integrada e interdisciplinar” (BRASIL, 2003, Art. 14, inciso II).

Além da defesa da interdisciplinaridade, a resolução CNE/CES nº 2/2003 também propõe uma pedagogia em que o estudante seja considerado sujeito principal, e o professor, facilitador e mediador do processo (BRASIL, 2003). O Ministério da Saúde também propõe a inserção de metodologias ativas na formação dos profissionais da área da saúde, argumentando que tais cursos precisam estar em concordância com seus modos ativos de produzir soluções, a partir de problemas reais práticos (MACEDO *et al.*, 2018). Assim, torna-se recomendável a implementação de estratégias que coloquem

o estudante no centro do processo educativo e foquem na aprendizagem, como as metodologias ativas, foco da atividade validada (VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017).

Por fim, destacamos que as metodologias ativas vão ao encontro das ideias de Freire (2001), quando propõem que o conhecimento é construído na própria ação do indivíduo. Isso faz com que o estudante desenvolva o desejo de aprender, estimulado a produzir o próprio conhecimento, e sua aprendizagem seja significativa (MARIN, *et al.*, 2010). Também desperta no estudante o sentimento de que ele é capaz de empregar os conhecimentos em diversas situações, minimizando a ocorrência de uma educação fragmentada (MACEDO *et al.*, 2018).

No que se refere ao período de pandemia, diversos pesquisadores exploraram novos e antigos desafios para melhor acompanhar os efeitos da utilização do ensino remoto pelos currículos da área da Saúde. A seguir, trazemos a pesquisa de Maciel e seus colaboradores (2020), no curso de Enfermagem, e o estudo de Silva *et al* (2022), na formação de médicos, ambos com tradição de uso de metodologias ativas.

Em um estudo semelhante ao nosso, Maciel e seus colaboradores (2020) relataram a experiência do processo de adaptação ao ensino remoto no/do Curso de Enfermagem de uma Instituição de Ensino Superior que utiliza exclusivamente a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), uma das metodologias ativas. Dentre os pontos fortes observados, os pesquisadores evidenciaram o planejamento adequado às atividades remotas, a capacitação, o suporte tecnológico, a experiência prévia dos docentes e discentes com plataformas digitais e a agilidade na resolução de problemas eventuais. Quanto às fragilidades, foi identificada a baixa qualidade da internet de alguns participantes. Apesar de, comparado aos encontros presenciais, haver maior desmotivação e cansaço por parte dos estudantes no ensino remoto, Maciel *et al* (2020) comentam que, no desenvolvimento do processo pedagógico, os princípios da ABP foram preservados sem grandes dificuldades, sendo necessários apenas ajustes quanto às avaliações para melhor adequação das provas ao formato digital.

Já no campo da educação médica, Silva *et al* (2022) procuraram apontar desafios para as metodologias ativas e tecnologias digitais em tempos de pandemia. Os autores destacam que, paralelamente

aos avanços da ciência e da tecnologia da comunicação nos últimos anos, as metodologias ativas representaram a valorização do pensamento crítico-reflexivo e da participação transformadora na sociedade. Nesse sentido, Silva *et al* (2022) destacaram que as tecnologias digitais passaram a ser reconhecidas como importantes ferramentas que podem facilitar e potencializar esse processo. Para eles, o acesso aos equipamentos, aos dispositivos, aos aplicativos e às fontes de informação tornou-se fundamental no sentido de não serem aprofundadas as diferenças entre os estudantes em função de suas distintas inserções sociais.

3 DESENVOLVIMENTO E PERCURSOS METODOLÓGICOS

Sendo escrita por dois docentes e por um bolsista de iniciação científica júnior, entendemos esta investigação como uma pesquisa sobre a própria prática, desenvolvida no contexto das pesquisas sobre práticas escolares. Na perspectiva de Oliveira, D'Ambrosio e Grandó (2015), as pesquisas sobre práticas escolares podem ser entendidas “tanto como aquelas que são realizadas com a inserção do pesquisador diretamente NO ambiente da pesquisa, na escola ou junto com a escola, como as que são realizadas SOBRE a prática escolar” (OLIVEIRA; D'AMBROSIO; GRANDÓ, 2015, p. 427, destaque das autoras). Nosso objetivo, com este artigo, é de analisar a validação de um material didático sobre Matemática e Microbiologia em uma turma do Curso Superior de Biomedicina.

Em relação aos aspectos metodológicos, cabe destacar que toda a pesquisa, da produção do material online à escrita desse artigo, foi desenvolvida durante a pandemia de Covid-19. Durante esse período, a população esteve em distanciamento social, impossibilitando a aplicação da atividade presencialmente. Assim, recorreremos aos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), que são espaços propícios para a implementação de metodologias ativas. Muito utilizados no contexto educacional atual, existem diferentes AVA; para esta pesquisa, utilizamos a plataforma Moodle, *on-line* e gratuita, que, além de hospedar salas virtuais de cursos à distância, já era disponibilizada para professores e estudantes do Ifes para apoio às atividades presenciais.

No Moodle, é possível fazer uso de diversos recursos e atividades, como fóruns; questionários; pastas de arquivos; páginas e livros virtuais; e lições. Na disciplina de Microbiologia, em que foi validada a atividade, uma parte do conteúdo era disponibilizado de forma assíncrona para os estudantes (com

artigos, vídeos, páginas da web, questionários e fóruns) e outra parte era realizada em um momento síncrono, normalmente para sanar dúvidas referentes ao conteúdo.

O material educativo, inicialmente produzido para validação presencial, contava com uma ficha de textos e atividades em formato *word*, para ser impressa, e um kit prático, com placas de petri que representavam o crescimento bacteriano da bactéria *Escherichia Coli* (SILVA; SÁ; COLMAN, 2021). Com a incorporação das ideias associadas a metodologias ativas, especialmente em formato online, recriamos o material para o Moodle e incluímos a atividade do tipo lição¹, composta por textos, vídeos e dez atividades², as quais incluíam a utilização do GeoGebra e do Laboratório Virtual de Microbiologia da Universidade Estadual de Michigan, Estados Unidos. Este último, no caso, substituindo o aludido kit prático. Também produzimos um vídeo com apresentação da proposta didática e dos autores do material, visando aproximar pesquisadores e estudantes, já que se tratava de um modelo de APNP. Durante a construção do material, contamos com apoio do EMEP – Grupo de Pesquisa em Educação Matemática na Educação Profissional, com o qual também validamos o material didático e cujos pesquisadores colaboraram com experiências docentes e sugestões de melhoria.

A validação do material em uma turma do curso superior de Biomedicina do Ifes/Vila Velha fez parte da semana 22 das APNP. Mais especificamente, a atividade foi proposta no dia 16 de novembro, com prazo de realização além da semana, até o dia 14 de dezembro. A carga horária estipulada para a atividade foi de aproximadamente 120 minutos. Antes da oportunidade de validação do material com os estudantes, o planejamento da aula era aplicar um questionário avaliativo com questões referentes apenas às técnicas de plaqueamento e contagem; mas, posteriormente, decidimos explorar a integração com a Matemática, através de novas abordagens contextualizadas.

Para incentivar a participação dos estudantes, explicamos que eles fariam parte de uma pesquisa e que a atividade poderia elucidar conceitos novos e alguns esquecidos. Também para despertar a

1 Segundo a plataforma Moodle do Ifes, “uma lição publica o conteúdo em um modo interessante e flexível. Ela consiste em um certo número de páginas. Cada página, normalmente, termina com uma questão e uma série de possíveis respostas. Dependendo da resposta escolhida pelo estudante, ou ele passa para a próxima página ou é levado de volta para uma página anterior. A navegação através da lição pode ser direta ou complexa, dependendo em grande parte da estrutura do material que está sendo apresentado”.

2 Neste artigo, entenderemos atividades como situações de ensino propostas por professores e realizadas por estudantes. Assim, assumiremos atividades e tarefas como sinônimos e alternaremos seus usos apenas para evitar repetições no texto.

atenção dos estudantes sobre o tema, buscamos trazê-lo como parte integrante de sua formação e possível atividade profissional futura após a formação. Vale destacar que trinta e um estudantes, cerca de 86% da turma, realizaram as atividades propostas.

Por se tratar de um período atípico, realizamos a coleta de dados com uma proposta diferente. Isto porque estávamos em um momento de isolamento social e, também, porque acreditamos que em pesquisa sobre práticas escolares precisamos superar a visão positivista de neutralidade, objetividade e rigor, conforme pontuam Oliveira, D'Ambrosio e Grando (2015, p. 430):

destacamos a importância da diversidade de instrumentos de coleta de dados, da escolha dos que são pertinentes ao estudo proposto, do envolvimento com uma quantidade suficiente e não exagerada de dados, para contemplar os objetivos da pesquisa. Essa multiplicidade – e, algumas vezes, o excesso – de dados está fundamentada na ideia positivista de busca da verdade por meio de evidências. Quanto mais evidências, mais rigorosa a pesquisa. Entretanto, não há uma verdade a ser captada ou construída pelos participantes, mas uma interpretação do que se vive e do vivido na pesquisa.

Nessa perspectiva, ao final da atividade, abrimos uma pesquisa de opinião para os estudantes, semelhante a um questionário. Nesse, foram dispostas duas perguntas dissertativas que tratavam sobre o nível de dificuldade e abordagem interdisciplinar do material. Como nossa preocupação metodológica é com os estudantes, suas ideias e comportamentos, nossa análise será conduzida de modo qualitativo que, segundo Godoy (1995, p. 58),

[...] não procura enumerar e /ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo (GODOY, 1995).

Nesse sentido, faremos a apresentação e a discussão dos resultados no tópico a seguir.

4 REFLEXÕES SOBRE A EXPERIÊNCIA DE ENSINO

O material didático inicia com uma contextualização acerca das doenças infecciosas, o que conduz os estudantes a uma discussão sobre a identificação dos patógenos bacterianos a partir do cultivo de bactérias no laboratório de microbiologia (SILVA; SÁ; COLMAN, 2021). Nesse ínterim, foram apresentadas as técnicas de plaqueamento do ponto de vista teórico, no AVA, e prático, no laboratório virtual, conforme propostas das DCN do Curso de Graduação em Biomedicina (BRASIL, 2003). A transição entre esses espaços se deu por meio de hiperlinks, com destino em nova janela de navegação, de modo que o estudante sempre tivesse acesso simultâneo às duas telas.

Figura 01 – Técnicas de plaqueamento apresentadas no AVA.

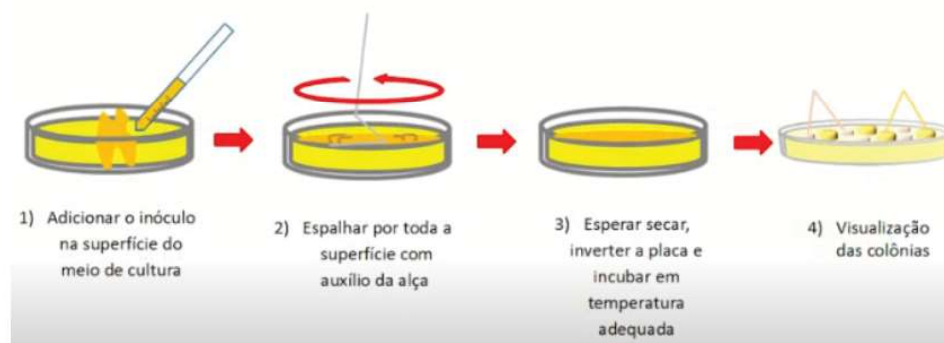
Conhecendo mais sobre técnicas de plaqueamento

O experimento anterior, no laboratório virtual, serviu para elucidar conceitos, equipamentos e procedimentos da microbiologia. No entanto, não poderíamos utilizar esse experimento e tipo de semeadura para fazer a avaliação das curvas do crescimento bacteriano.

Em geral, para avaliar o crescimento microbiano é primeiro, inoculado o microrganismo no **meio de cultura líquido** em um tubo de ensaio, com uma diluição conhecida. O tubo de ensaio, com a bactéria e o meio de cultura, é levado à estufa de incubação à 37°C. De 30 em 30 minutos o tubo de ensaio é retirado da estufa; dele são recolhidos 10 microlitros da amostra, logo em seguida colocada sobre uma placa de petri com um **meio de cultura sólido**. O tubo de ensaio inoculado volta à estufa novamente, até dar o tempo de ser retirado de novo.

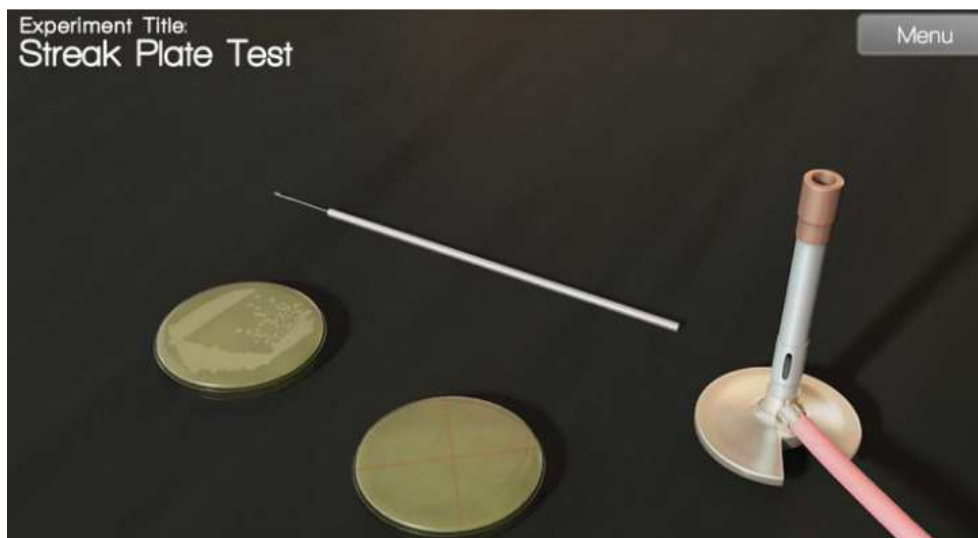


Com a amostra na placa com o meio de cultura sólido, deve-se espalhá-la em toda a placa com a alça de drigalski. Essa placa é **virada de cabeça para baixo** e levada à estufa onde ficará por 24 horas a 37°C, para identificarmos posteriormente quantas UFC's foram formadas a partir daquele tempo e diluição. Observe a imagem e o vídeo, referentes ao método de espalhamento em placa.



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2021.

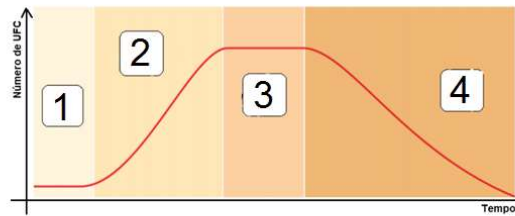
Figura 02 – Técnicas de plaqueamento apresentadas no laboratório virtual.



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2021.

Após discussão sobre plaqueamento, discutimos o crescimento bacteriano e suas fases, momento em que se abriu espaço para a investigação acerca da contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC). No decorrer dessa investigação, abordamos interpretação de gráficos, fatores que alteram a curva de crescimento e modelagem da quantidade de UFC durante a fase exponencial do crescimento bacteriano, sempre combinando discussões matemáticas e microbiológicas, tentando assegurar a interdisciplinaridade (JAPIASSU, 1976).

Figura 03 – Fases do crescimento bacteriano.



(Atividade 5) Agora que já sabe situar as fases do crescimento bacteriano no gráfico, associe as fases com o que acontece em cada uma delas. Lembre-se que, o gráfico representa o número de bactérias, ou seja, a quantidade. Isso não significa aumento no tamanho das Unidades Formadoras de Colônias.

Vale dizer que, após o tempo de incubação, a cultura é popularmente chamada de "velha", uma vez que podem ter ocorrido alterações no meio de cultura e que a contagem de UFC torna-se não recomendada para estudos e procedimentos laboratoriais

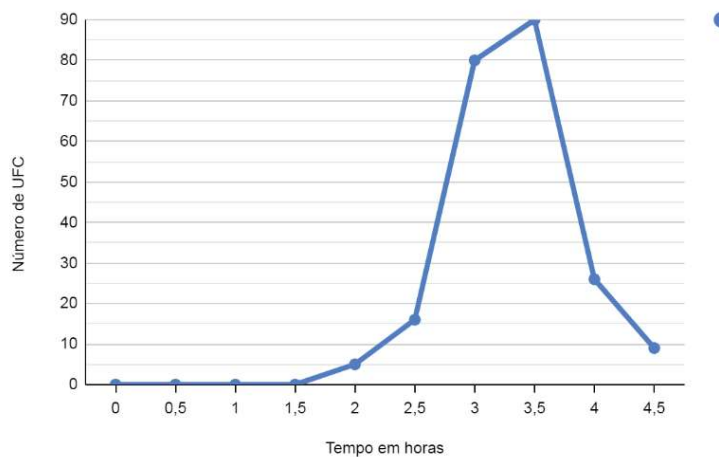
O número de mortes microbianas equivale ao número de células novas. As causas dessa estabilização no crescimento podem ser devido ao acúmulo de metabólitos tóxicos e/ou o esgotamento de nutrientes, por exemplo.

Com os nutrientes presentes e condições favoráveis de crescimento, as bactérias se reproduzem por fissão binária, e ocorre a duplicação da população. As bactérias se encontram num meio cujo suprimento de nutrientes é ideal às necessidades do microrganismo.

Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2021.

Figura 04 – Atividades de interpretação gráfica.

(Atividade 7) Analise o gráfico abaixo e, em seguida, assinale qual a distribuição do intervalo [0 – 4,5] de acordo com as quatro fases de crescimento bacteriano.



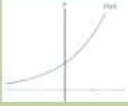
0h - 1,5h	1,5h - 3h	3h - 3,5h	3,5h - 4,5h
Fase estacionária	Fase log	Fase lag	Fase de morte/declínio

0h - 1,5h	1,5h - 3h	3h - 3,5h	3,5h - 4,5h
Fase lag	Fase log	Fase estacionária	Fase de morte/declínio

Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2021.

Considerando os conhecimentos prévios já construídos pelos estudantes em semanas anteriores, o material foi disposto já a partir da apresentação das quatro fases do crescimento bacteriano. Portanto, as atividades foram dispostas em oito páginas contínuas e integradas a outras ferramentas; com vista a manter o estudante centrado na aprendizagem (VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017). Após a página de modelagem exponencial (Figura 5), disponibilizamos uma página “Interpretando resultados”, na qual explicamos a importância da quantificação das UFC e discutimos que a modelagem matemática de fenômenos naturais se dá por aproximação, não sendo possível estabelecer um modelo rigorosamente ajustado aos valores observados.

Figura 05 – Página com ferramentas e atividades de modelagem exponencial.



O crescimento bacteriano pode ser representado em um plano cartesiano, se analisarmos o número de bactérias em função do tempo. O gráfico final, com o eixo das abscissas e o eixo das ordenadas representando, respectivamente, o tempo e o número de UFC nos mostrará as fases do crescimento microbiano. Assim será possível observar que somente na fase log as bactérias crescem semelhantes a uma função exponencial!

(Atividade 9) Depois de anotar a contagem de UFC e interpretar o gráfico correspondente ao crescimento bacteriano, construa, com auxílio do GeoGebra, um modelo matemático funcional que forneça o número de UFC na placa em função do número h de horas transcorridas somente durante a fase log.

0h - 1,5h	1,5h - 3h	3h - 3,5h	3,5h - 4,5h
Fase lag	Fase log	Fase estacionária	Fase de morte/ declínio

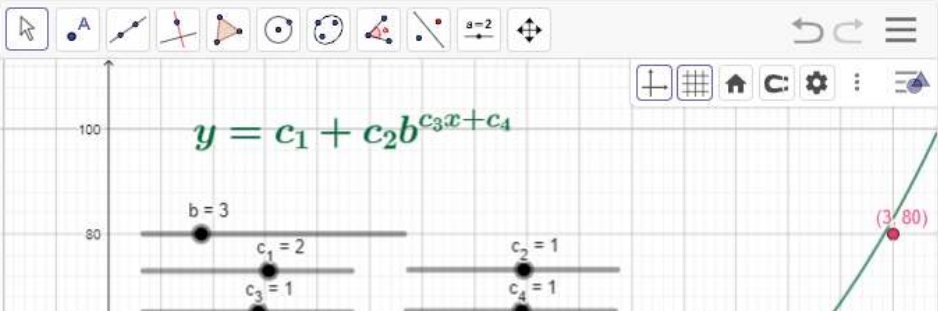
Lembrando que a função $y = C1 + C2 \times b^{C3 \times x + C4}$ representa a lei de formação de uma função exponencial.

O GeoGebra é um software de matemática dinâmica gratuito e multiplataforma para todos os níveis de ensino, que combina diversas áreas e recursos como: geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo. Tais recursos podem ser implementados todos juntos em uma única aplicação/ atividade. Para manipular o gráfico no GeoGebra utilize os controles deslizantes, arrastando para um lado ou para outro. Cada controle deslizante corresponde a um elemento da função exponencial.

Considere que:

- "Y" representa o número de UFC presentes na placa
- "X" indica o tempo transcorrido em horas
- "C1", "C2", "C3" e "C4" são coeficientes da função exponencial
- "b" é base da função exponencial

Figue tranquilo, pois o tempo de geração da bactéria E. coli não é necessariamente 30min como fizemos o procedimento. Do tempo 2,5 ao 3,5 ela pode ter sofrido diferentes fissões binárias e possíveis mortes de bactérias. Por isso que, o número de UFC pode não seguir um padrão exato.



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2021.

Ao finalizar as atividades propostas, agradecemos os estudantes pela participação e questionamos se a interpretação matemática proposta na atividade os ajudou a compreender melhor o crescimento bacteriano. Também perguntamos se, com os conhecimentos de microbiologia construídos, os estudantes acreditavam que a modelagem matemática poderia contribuir para pesquisas científicas no campo da Biomedicina. Em síntese, as respostas surpreenderam-nos positivamente, pois notamos dois aspectos que poderíamos melhorar: distinguir a função exponencial da função logarítmica e destacar a função de cada coeficiente exposto na função exponencial. Verificamos, também, que a interdisciplinaridade, segundo os respondentes, facilitou seu aprendizado e ampliou sua visão de pesquisa acadêmica.

Com relação à primeira pergunta, foi possível notar que as representações gráficas apresentadas durante as atividades facilitaram a interpretação e a compreensão das fases do crescimento bacteriano. À vista disso, os estudantes chegaram à conclusão de que o gráfico de crescimento das bactérias não pertencia somente à microbiologia, mas *“há necessidade da matemática na construção e interpretação dos gráficos de crescimento bacteriano, ela, por sua vez, possui importante função para que se possa compreender esse fenômeno”* (Estudante 10). Há ainda aqueles que indicaram que com a Matemática podemos supor com certa precisão um possível erro nos experimentos ou ainda estimar *“o tempo necessário para obter a quantidade desejada de microrganismo”* (Estudante 5), de acordo com a contagem das UFC e a construção do gráfico, para identificar as quatro fases do crescimento bacteriano. Nesse sentido, uma estudante relata:

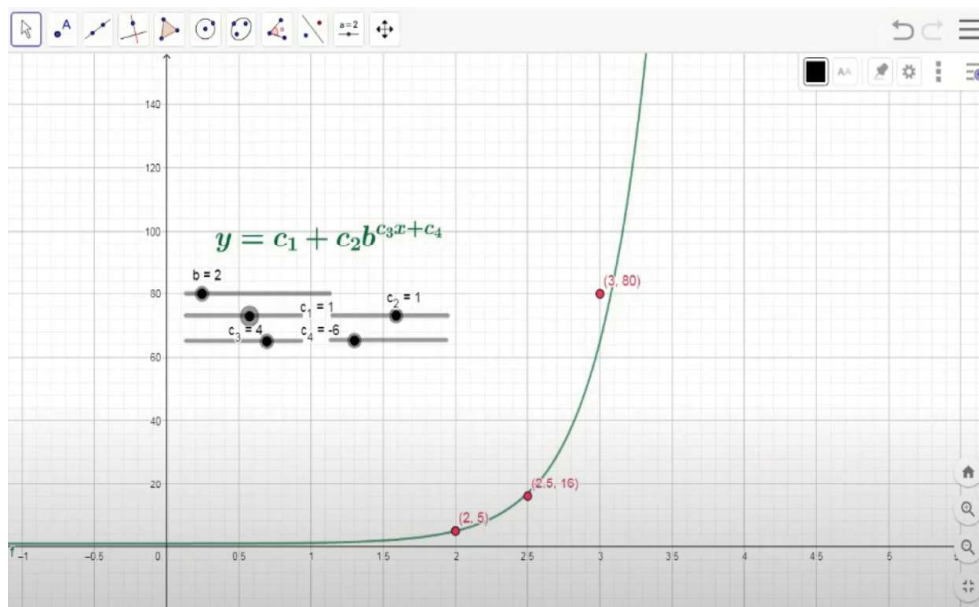
Sim, com os gráficos e o entendimento matemático relacionado a curva de crescimento bacteriano é possível ter uma melhor visão de como ocorre o processo de cultura de uma bactéria e ter já o entendimento prévio quando for realizado algum experimento na prática, caso ocorra algo errado é possível compreender em que fase houve esse problema (relacionado a lag, log, estacionária e de decaimento) e assim se ajustar a futuros experimentos (Estudante 2).

Tratando-se de um modelo de aprendizagem diferente para os estudantes, que pouco tinham contato com a ferramenta lição do Moodle, gravamos um vídeo, explicando como manipular a ferramenta e introduzindo o conteúdo proposto no material. Isso teve um impacto positivo à medida que relataram que *“o vídeo proposto foi bem explicativo”* (Estudante 5) e *“através de algo ilustrado e que nos faça*

pensar para exercitarmos nossos conhecimentos é mais fácil de armazenar e fazemos uma reflexão” (Estudante 9).

Houve um momento no qual discutimos o modelo de crescimento das UFC, utilizando o Geogebra. Esse software de geometria dinâmica é capaz de gerar gráficos a partir de diferentes informações, como equações e funções matemáticas, que geralmente são utilizadas em modelos que visam descrever alguns fenômenos. Conforme mostrou a Figura 5, destacada na Figura 6, utilizamos controles deslizantes que permitem alterar os coeficientes da função, alterando simultaneamente a forma do gráfico.

Figura 06 – Ferramenta do GeoGebra incluída na lição.



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2021.

Observamos também pontos de melhorias, especialmente no que diz respeito à diferenciação entre função logarítmica e função exponencial. Dois estudantes concluíram que “*a interpretação matemática em fórmula logarítmica*” (Estudante 6) constou na atividade. Outra questão relevante seria quanto a uma melhor explicação dos coeficientes expostos na função exponencial (Figura 01), a Estudante 8 disse: “[...] só surgiu dúvidas em relação as variáveis utilizadas na fase log e o que significam”. Por fim, é importante reforçar nas atividades que por mais que tentemos e incluamos as máximas

variáveis possíveis em uma fórmula matemática, ela ainda não vai ser exatamente correspondente aos fenômenos da natureza. Tudo são dados aproximados, mas que ainda assim nos ajudam a estudar e entender novos fenômenos.

Diante das respostas da segunda pergunta, essa que questionava se a utilização da matemática contribuiria nas pesquisas em Biomedicina, todos os estudantes concordaram que a modelagem matemática contribui no campo da pesquisa. Confirmando que “a vivência dessas metodologias pode se tornar importante estratégia para a instrumentalização e a atuação por parte desses docentes” (MACEDO *et al.*, 2018). Entretanto, em grande maioria, contentaram-se apenas com a otimização e a compreensão do crescimento de microorganismos. Uma resposta, no entanto, foi além:

Em pesquisas científicas a modelagem matemática e a estatísticas são importantes para validação dos nossos resultados, uma vez que variância e desvio padrão definem – muitas vezes – o sucesso ou não de experimentos. Dessa forma, o uso da modelagem matemática no campo da biomedicina tende a contribuir para a entrega e certeza de muitos resultados de pesquisa (Estudante 6).

A partir das poucas diferenças nas respostas da segunda pergunta, concluímos que há um déficit de propostas educacionais nessa área, que relacionem a matemática à formação profissional dos indivíduos. Torna-se, portanto, plausível um contínuo estudo de materiais didáticos interdisciplinares a serem aplicados na graduação.

5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O presente artigo compartilhou uma experiência de ensino-aprendizagem com uso de metodologias ativas e interdisciplinaridade, realizada no primeiro semestre de 2021, com a utilização de um material didático que discute as relações entre o crescimento bacteriano e a função exponencial, sobretudo o crescimento populacional exponencial das bactérias durante a fase log. Essa validação ocorreu em meio à pandemia de Covid-19, de maneira online e assíncrona, através do Moodle, com a participação de trinta e um estudantes do terceiro período de Biomedicina do Ifes/Vila Velha.

De acordo com os estudantes, os recursos do Moodle, associados a ferramentas como GeoGebra e Laboratório Virtual, tornaram a atividade mais dinâmica e de fácil aprendizado. Além disso, notamos

que a participação e o interesse dos estudantes nas atividades contribuíram para trazer à tona a interdisciplinaridade proposta pelo material.

A partir da oficina realizada com o grupo de pesquisa e da validação com a turma de Biomedicina, podemos concluir que, apesar de objetivar o Ensino Médio Integrado, a abordagem do material nos permitiu ensinar para além desse público. As principais preocupações com a aula eram com relação à abordagem e à linguagem do material didático, feito inicialmente para estudantes de Ensino Médio. Ademais, havia receio com aplicação, por tratar também de conhecimentos matemáticos, pré-requisitos do Ensino Médio. Para superar tais preocupações, tivemos que fazer algumas adequações no material; foram elas: seleção de conteúdo, especificações conteudistas e explicações mais detalhadas sobre ferramentas que os estudantes não estavam tão habituados, a exemplo do GeoGebra.

Ao final da validação, recebemos avaliações positivas e sugestões, as quais irão possibilitar o aprimoramento do material para validação em outros grupos, como o Ensino Médio Integrado da nossa instituição. Vimos também alguns pontos de melhoria discutidos anteriormente, como a diferenciação entre função logarítmica e exponencial, um maior aprofundamento no conceito de função exponencial, retomando conteúdos do Ensino Médio, e reforçar que nem sempre as modelagens matemáticas vão exprimir com exatidão o que ocorre na realidade. Assim, deixamos também um convite aos leitores para utilizarem este material em suas aulas e contribuírem para o seu processo contínuo de reformulação.

Por fim, acreditamos que, por meio da interdisciplinaridade e das ideias de metodologias ativas, produzimos conhecimentos de modo integrado e apresentamos aos participantes um modelo de material didático que se alinha às demandas do mundo do trabalho e que aproxima a realidade vivenciada pelo estudante do curso de graduação em Biomedicina.

6 AGRADECIMENTOS

Registramos nossos agradecimentos aos estudantes de Biomedicina do Ifes/Vila Velha, participantes da pesquisa, e ao EMEP – Grupo de Pesquisa em Educação Matemática na Educação Profissional, pelo

apoio na realização desta investigação. Também agradecemos ao Instituto Federal do Espírito Santo pelo financiamento à pesquisa (Projeto PJ5143/2020).

7 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Resolução CNE/CES n. 2, de 18 de fevereiro de 2003.** Define as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Biomedicina. Brasília: Diário Oficial da União, 2003.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Rio Grande do Sul, v.14, n. 1, p. 268-288, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

GODOY A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades.** Revista de Administração de Empresas, v. 35, n. 2, mar-abr, p. 57-63, 1995.

GONÇALVES, H. J. L.; PIRES, C. M. C. Educação matemática na educação profissional de nível médio: análise sobre possibilidades de abordagens interdisciplinares. **Bolema**, Rio Claro, v. 28, n. 48, p. 230-254, abr. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n48a12>

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976.

MACEDO, K. D. da S.; et. al. Metodologias ativas de aprendizagem: caminhos possíveis para inovação no ensino em saúde. **Escola Anna Nery**. n. 3, p. 1-9.2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2017-0435>

MACIEL, M. de A. C. et al. Os desafios do uso de metodologias ativas no ensino remoto durante a pandemia do Covid-19 em um curso superior de enfermagem: um relato de experiência. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.12, p.98489-98504, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-367>

MARIN, M. J. S.; et al. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das metodologias ativas de aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**. n. 34, p. 13-20, Jan./Mar. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-55022010000100003>

OLIVEIRA, A. T. C. C.; D'AMBRÓSIO, B. S.; GRANDO, R. C. A pesquisa em práticas escolares em Educação Matemática: reflexões e desafios. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v.17, n.3, p.425-440, 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/25662>

SILVA, D. Q. H. da; SÁ, L. C. e; COLMAN, C. C. de F. Crescimento Bacteriano e Função Exponencial: uma proposta interdisciplinar para o ensino médio integrado. **Educação Matemática em Revista**, v. 26, n. 70, p. 76-88, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.37001/emr.v26i70.2406>.

SILVA, D. S. M. da. et al. Metodologias ativas e tecnologias digitais na educação médica: novos

desafios em tempos de pandemia. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 46, n. 2, 2022.
Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-5271v46.2-20210018>

SOUZA, L. S. de; et. al.: Metodologias Ativas na Educação Superior em Saúde Brasileira: uma Revisão Integrativa Frente ao Paradigma da Prática Baseada em Evidências. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 7, p.1-31, set./maio. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/riesup.v7i0.8656540>

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. de; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.
Disponível em: <https://doi.org/10.7213/1981-416X.17.052.DS07>