



Crescimento Bacteriano e Função Exponencial: uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio Integrado

Bacterial Growth and Exponential Function: an interdisciplinary proposal for integrated high school

<https://doi.org/10.37001/emr.v26i70.2406>

Daniel Queiroz Hese da Silva ¹

Lauro Chagas e Sá ²

Carine Coneglian de Farias Colman ³

Resumo

Sabe-se que o trabalho pedagógico no contexto da Educação Profissional e Tecnológica demanda grande preocupação de professores e instituições em articular o ensino básico de nível médio com o núcleo profissionalizante. Nesse contexto, este artigo apresenta uma proposta pedagógica sobre a função exponencial a partir do crescimento bacteriano e o respectivo processo de construção do material educativo que a compõe. O material é composto por uma ficha de atividades e um conjunto de kits práticos, que são interdependentes e apoiam-se nos eixos conceitual, pedagógico e comunicacional propostos por Gabriel Kaplún. Ao final da exposição, acreditamos que a busca pela interdisciplinaridade entre as disciplinas do Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio proposta nesse material didático pode ajudar a superar a fragmentação de conhecimentos e proporcionar integração entre a teoria e a vivência da prática profissional.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Função Exponencial. Crescimento bacteriano. Material Educativo.

Abstract

In Brazil, it is known that pedagogical work in the context of Professional and Technological Education demands great concern from teachers and institutions in articulating High School with the professionalizing core. In this context, this article presents a pedagogical proposal about the exponential function based on bacterial growth, and the respective process of construction of the educational material that composes it. The material consists of an activity sheet and a set of practical kits, which are interdependent and are based on the conceptual, pedagogical, and communicational axes proposed by Gabriel Kaplún. At the end of the exhibition, we believe that the search for interdisciplinarity between the disciplines of the Technical Course in Biotechnology Integrated with High School proposed in this teaching material can help to overcome the fragmentation of knowledge, and provide integration between theory and the experience of professional practice.

Keywords: Interdisciplinarity. Exponential function. Bacterial growth. Educational material.

¹ Estudante do Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio; Instituto Federal do Espírito Santo, campus Vila Velha. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq e do IFES. E-mail: danielqhs@gmail.com

² Professor do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Vila Velha. E-mail: lauro.sa@ifes.edu.br

³ Professora do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Vila Velha. E-mail: carine.colman@ifes.edu.br

1. Introdução

Com as recentes mudanças curriculares na Educação Básica, o ensino de conteúdos matemáticos tem, cada vez mais, se tornado tema de diversas pesquisas no campo da Educação Matemática. No caso da função exponencial, pesquisas como a de Silva (2018) revelam a dificuldade enfrentada pelos estudantes em aprender os conceitos dessa função e a representá-la graficamente. Concordando com o pesquisador, acreditamos que o estudo da função exponencial vai além da manipulação da fórmula matemática; consiste, também, em conhecer os nexos internos ou essência do conceito da função (SILVA, 2018).

Analisando diferentes documentos curriculares para o Ensino Médio, como a Base Nacional Comum Curricular e as antigas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, observamos orientações para que o conteúdo de função exponencial seja abordado majoritariamente no primeiro ano do Ensino Médio, com o objetivo de expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, permitindo várias conexões dentro e fora da própria Matemática (BRASIL, 2006; 2017). Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), o estudo deve estar no conceito de função e em suas propriedades – em relação às operações, na interpretação de seus gráficos e nas aplicações dessas operações – e evitar as exaustivas coletâneas de cálculos que fazem simples uso de fórmulas. Já de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) é importante a articulação entre os vários campos da Matemática, com vistas à construção de uma visão integrada de Matemática e aplicada à realidade.

Importante destacar que em todos os documentos curriculares analisados nota-se o potencial de contextualização e interdisciplinaridade da função exponencial. Tais parâmetros reconhecem relações entre a Matemática e outras áreas do conhecimento, percebendo sua presença nos mais variados campos de estudo e da vida humana. Assim, frente ao panorama apresentado, este artigo tem por objetivo apresentar uma proposta pedagógica sobre a função exponencial a partir do crescimento bacteriano, e o respectivo processo de construção do material educativo que a compõe. O texto em tela resulta de uma pesquisa de Iniciação Científica⁴, desenvolvida no âmbito do EMEP – Grupo de Pesquisa em Educação

⁴ A pesquisa “Relacionando formação básica e formação profissional no Curso Técnico em Biotecnologia integrado ao Ensino Médio”, foi realizada pelo aluno Daniel Queiroz Hese da Silva, sob orientação do Prof. Dr. Lauro Chagas e Sá e Profa. Dra. Carine Coneglian de Farias Colman. Foi financiada pelo Conselho
Educação Matemática em Revista, Brasília, v. 26, n. 70, p.76-88, jan./mar. 2021. 77

Matemática e Educação Profissional⁵, que buscou elaborar e validar materiais didáticos sobre conteúdos matemáticos em abordagens específicas para o Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio, integrando formação básica e formação profissional. Considerando a abordagem interdisciplinar proposta no material e as orientações curriculares para o ensino desse conteúdo, defendemos que sua utilização pode ir além da Educação Profissional, chegando também as escolas de Ensino Médio. Nas próximas páginas, mostraremos nossas inspirações e embasamentos; o caminho percorrido; as orientações para a aula; e a descrição do material final a partir dos eixos conceitual, pedagógico e comunicacional de Kaplún (2003; 2012).

2. Referencial teórico

Pelas diretrizes curriculares apresentadas, percebemos que o ensino do conteúdo de função exponencial possui grandes possibilidades interdisciplinares. Nesse sentido, entendemos a interdisciplinaridade como uma estratégia para solucionar a disciplinaridade excessiva, gerada pela fragmentação dos saberes em nome da ciência moderna para o entendimento de realidade antropológica e natural (JAPIASSU, 1976; GONÇALVES; PIRES, 2014). Sendo assim, precisamos enxergar a realidade de modo multirreferencial, não negando a necessidade de especialização ou fragmentação no processo de evolução do conhecimento, mas sim ter consciência do todo que dá sentido aos fragmentos.

No contexto da Educação Profissional, observa-se o cuidado dos professores e das instituições em associar o ensino básico de nível médio com o curso técnico e o mundo do trabalho. Gonçalves e Pires (2014) defendem que, para efetivar uma abordagem interdisciplinar da Matemática no Ensino Médio e na Educação Profissional, é preciso organizar o trabalho de forma coletiva, participativa e democrática, considerando temáticas transversais. Portanto, nos reunimos diversas vezes para compartilhar experiências, conceitos e opiniões sobre práticas interdisciplinares, buscando ultrapassar as fronteiras das disciplinas de formação profissional de cada um.

Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e está cadastrada no Instituto Federal do Espírito Santo sob nº PT008163.

⁵ O EMEP reúne professores-pesquisadores do Instituto Federal do Espírito Santo, da Secretaria de Educação do Espírito Santo e de outras instituições públicas e privadas que investigam práticas de Educação Matemática no Ensino Médio e no Ensino Superior, bem como na modalidade de Educação Profissional e Tecnológica. Para conhecer mais informações sobre o grupo, acesse <https://emep.ifes.edu.br>

Concordamos com Gonçalves e Pires (2014, p. 247) ao apontarem que “quando há temáticas mais amplas e de natureza não matemáticas, as investigações podem ser desenvolvidas por meio de modelagem matemática”. E, como já dito anteriormente, nossa proposta pedagógica, de modelagem matemática, busca interdisciplinaridade entre os eixos da Matemática e da Microbiologia, mais especificamente entre função exponencial e o crescimento bacteriano.

A Microbiologia é uma disciplina técnica no Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio, responsável por estudar os microrganismos (bactérias, fungos e vírus, principalmente). Por meio dela, conhecemos a bacteriologia, estudo das bactérias, e aprendemos que esse tipo de microrganismo pode se desenvolver fora do seu habitat natural, cultivado em meios de cultura e apresenta quatro fases de crescimento (lag, exponencial/log⁶, estacionária e declínio). 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).

Os principais nutrientes para o crescimento microbiano são vitaminas, fontes de energia e de nitrogênio, água e sais minerais. Além desses, devem ser consideradas as condições ambientais favoráveis para o cultivo, por exemplo o índice de oxigênio, a umidade e temperatura. Cada bactéria tem suas especificidades, como a taxa de crescimento, temperatura ótima e pH ótimo; por isso cada meio de cultura é adaptado para satisfazê-las, utilizando composições químicas específicas dependendo do microrganismo de interesse (TORTORA; FUNKE; CASE, 2010).

Em relação ao crescimento de microrganismos em alimentos, Robazza (2010) desenvolveu um modelo matemático capaz de reproduzir com boa precisão o crescimento de *Pseudomonas* (bactérias contaminantes do leite), variando ou não sua temperatura. Nossa proposta pedagógica se assemelha a essa pesquisa quando propomos aos estudantes modelar o crescimento bacteriano. Entretanto, diferencia-se quando o intuito da atividade não é criar

⁶ Em Microbiologia, a fase mais intensa de duplicação dos microrganismos é chamada de exponencial ou log. O primeiro termo associa-se ao comportamento matemático de crescimento do número de Unidades Formadoras de Colônia. Não localizamos em nossa pesquisa uma justificativa para a segunda nomenclatura. No entanto, alertamos para uma eventual confusão com a referência ao conteúdo matemático de logaritmo, o qual não é abordado nesse momento.

uma modelagem matemática rigorosa, mas apresentar uma estratégia de ensino a qual busca associar conhecimentos de duas matérias. Optamos por abordar o crescimento das bactérias *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) e *Escherichia coli* (*E. coli*) em meios de cultura, essas bactérias dividem dois grandes grupos bacterianos (gram positivas e gram negativas). Elas compõem a microbiota do corpo humano, mas podem ser oportunistas, ou seja, são capazes de provocar doenças quando ocorre baixa no sistema imunológico do indivíduo.

Como já apresentado anteriormente, a pesquisa de Silva (2018) traz uma importante discussão acerca do ensino da função exponencial em que muitas das vezes o aluno aprende apenas a manipulação da fórmula matemática. Entretanto, o pesquisador apresenta uma solução plausível para esse problema, por meio da organização das atividades desencadeadoras da aprendizagem. Silva (2018) afirma que, ao serem criadas atividades desencadeadoras de ensino, elas devem: ser contextualizadas em situações que se aproximem do cotidiano do aluno, buscar a interdisciplinaridade e envolver uma atividade prática, para que possa chamar a atenção do aluno e despertar seu interesse em realizar a atividade. Para o pesquisador, a organização em situações desencadeadoras de aprendizagem permite que sejam superadas as aparências e fazem com que tanto alunos como professores se apropriem do conceito matemático, o primeiro para aprender e o segundo para ensinar. Portanto, procuramos desenvolver nosso material didático com base nessa organização, contendo atividades teórico-práticas e abordando a interdisciplinaridade entre a Matemática e a Microbiologia no contexto da Educação Profissional de nível médio.

Para construção do material didático, demos continuidade à metodologia empregada pelo nosso grupo de pesquisa para produção de materiais didáticos de Matemática (CHIABAI; SÁ, 2019). Adotamos como referencial teórico-metodológico os eixos conceitual, pedagógico e comunicacional, propostos por Kaplún (2003, 2012) e ampliados por Chisté (2019).

Kaplún (2012) define um material educativo como um objeto que facilita a experiência de aprendizado, não proporcionando apenas informação, mas também promovendo mudança e enriquecimento em algum sentido. Afirma, também, que nem todo material com fim educativo cumpre sua função e em relação àqueles que não foram elaborados com intencionalidades educativas, se utilizados adequadamente, podem gerar um aprendizado. Já Chisté (2019) compreende que os materiais textuais não podem resolver todos os problemas da educação brasileira, entretanto, afirma que tais produções textuais, aliadas ao ensino, podem favorecer uma formação crítica das pessoas, um passo importante

para a sociedade injusta na qual vivemos. A pesquisadora aponta que o processo de avaliação de um material educativo deve levar em conta instrumentos que atendam sua especificidade, contemplando o entendimento do conteúdo teórico e dos seus aspectos formais, estéticos, pedagógicos e críticos.

Sobre os eixos conceituais, pedagógicos e comunicacionais, Kaplún (2003) os indica como partes da aventura da criação de um material educativo. O eixo conceitual compreende as ideias e temas centrais que serão abordadas pelo material, bem como suas inter-relações, geradoras de uma experiência de aprendizado. Para o pesquisador, o articulador principal de um material educativo é o eixo pedagógico, que retrata o caminho que estamos convidando alguém a trilhar, quais pessoas estamos convidando e onde elas estão antes de iniciar o percurso. Portanto, é necessário conhecer esse público para entender o que sabem e levantar quais necessidades poderiam ser atendidas pelo material. As possíveis soluções para as demandas pedagógicas são tratadas no eixo comunicacional, que diz respeito ao formato, organização e linguagem empregados no material educativo. Esse terceiro eixo propõe, através de alguma figura retórica ou poética, modos concretos de relação com os destinatários para que se sintam estimulados a refletirem sobre o assunto e, também, incentivados a produzirem novos conhecimentos a partir do que aprenderam. A partir dos três eixos anunciados, apresentaremos nossas reflexões.

3. Apresentação da proposta pedagógica

3.1. Produção do material laboratorial

O material educativo que elaboramos é composto por duas partes interdependentes, uma ficha intitulada “crescimento bacteriano” e um conjunto de kits práticos. A ficha possui textos e atividades intercalados e conta com explicações e instruções sobre os kits práticos. Esses kits são divididos em 7 tubos de ensaio para o professor e placas de petri com *E. coli* ou *S. aureus* para os estudantes, foram desenvolvidos com objetivo de, futuramente, ampliar o público da pesquisa. São reproduções artificiais do crescimento bacteriano nos instantes de tempo 1h30, 2h, 2h30, 3h, 3h30, 4h e 4h30. Para obter os dados da taxa de crescimento das bactérias, realizamos um experimento no Laboratório de Microbiologia, com auxílio de duas discentes do Curso Superior de Biomedicina de nossa instituição.

Os 7 tubos de ensaio de plástico substituem os tubos laboratoriais de vidro e simbolizam bactérias nos meios de cultura líquidos *Caldo Lauril* ou *Caldo Nutriente*⁷ (representado pela mistura de água, tinta guache e corante) nos diferentes instantes de tempo. A diferença de turbidez entre os líquidos dos tubos exprime o crescimento bacteriano, porém optamos por não os aplicar diretamente na atividade, devido a impossibilidade de quantificar o índice de turbidez a olho nu.

Figura 1 – Kit experimental produzido representando o crescimento da *E. coli*



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2020.

Os modelos de placas representam o crescimento populacional das bactérias⁸ *E. coli* e *S. aureus* em placas de petri com os meios de cultura sólidos *Ágar Mac Conkey* e *Ágar Mueller Hinton*, respectivamente. Cada modelo contém 4 kits de 7 placas, as quais contém indicação da bactéria, do meio de cultura e do tempo de crescimento. As placas de petri de plástico substituem as laboratoriais de vidro. O meio de cultura foi representado com cola de isopor e corante, e as Unidades Formadoras de Colônia (UFC) com massa de EVA em flocos.

3.2. Produção da ficha

De modo geral, a ficha de atividades é composta por 6 páginas (Figura 2). Nas partes iniciais, com um tema do cotidiano de uma consulta médica, aborda a relação entre os microrganismos patogênicos e os laboratórios de Microbiologia e apresenta uma atividade que associa o patógeno e seu método de transmissão através do nome de doenças. A segunda página trata sobre meios de cultura e a reprodução microbiana, questionando por que a maioria das colônias bacterianas se posicionam na superfície do meio de cultura. Na mesma página, convidamos o leitor a se tornar um cientista e compreender características das bactérias a partir da manipulação do kit prático. As explicações sobre o material e os cuidados ao manuseá-lo estão apresentadas nas segunda e terceira página. Nesta o grupo

⁷ Podem representar tanto as bactérias *E. coli* no *Caldo Lauril* quanto as *S. aureus* no *Caldo Nutriente*, por possuírem grande semelhança quanto ao crescimento nesses meios de cultura líquidos. No *Caldo Lauril* crescem as *E. coli*, e no *Caldo Nutriente* crescem as *S. aureus*.

⁸ Crescimento que não evidencia as bactérias individualmente, mas sim o aglomerado delas capazes de se reproduzir. Esse aglomerado é intitulado Unidade Formadora de Colônia (UFC), que quantificamos através de contagem.

estuda o crescimento bacteriano e suas fases. Na quarta página, os alunos analisam as colônias macroscopicamente e realizam a contagem em placas.

Figura 2- Miniaturas das páginas da ficha produzida.

The worksheet is titled "CRESCIMENTO BACTERIANO" and is from the CNPq. It is divided into six pages:

- Page 1:** Introduction to bacterial growth, mentioning that it is a product of a microorganism. It lists factors like temperature, concentration, and pH. It also mentions that growth can be observed in a Petri dish or a microscope.
- Page 2:** A section titled "CHEGOU O DIA DE VOCÊ SER CIENTISTA!" with two experiments. Experiment 1 involves observing bacterial growth in a Petri dish. Experiment 2 involves counting bacterial colonies on a Petri dish.
- Page 3:** A graph showing bacterial growth over time. The y-axis is labeled "Número de células" and the x-axis is "Tempo". The curve shows a typical sigmoidal growth curve with lag, log, and stationary phases.
- Page 4:** A table for recording data from the experiments. The table has columns for "Tempo", "Número de células", and "Fase do crescimento".
- Page 5:** A section titled "UFC NO MEIO DE CULTURA SÓLIDA" (UFC in solid culture medium). It explains how to count bacterial colonies on a Petri dish. It includes a diagram of a Petri dish and a table for recording data.
- Page 6:** A section titled "UFC NO MEIO DE CULTURA LÍQUIDA" (UFC in liquid culture medium). It explains how to count bacterial colonies in a liquid medium. It includes a diagram of a test tube and a table for recording data.

Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2020.

A partir da quarta página, o grupo preenche uma tabela e constrói um gráfico associando o tempo em horas e o número de UFC das placas de petri disponibilizadas. Com o gráfico construído, os alunos devem identificar as fases do crescimento bacteriano e determinar o número de UFC quando o tempo tender ao infinito. Por último, a ficha atesta que a fase log do crescimento bacteriano pode ser modelada por uma função exponencial e solicita aos alunos que criem um modelo matemático que expresse a fase log do gráfico construído.

3.3. Orientações para a aula

Para iniciar a atividade, recomendamos que o professor apresente um panorama geral sobre as bactérias e informe as duas maneiras diferentes de observar o crescimento desses

microrganismos: analisando a variação da turbidez do meio de cultura líquido em tubos de ensaio ou fazendo a contagem de UFC na placa de petri.

O kit prático e a ficha focalizam o método de contagem em placas, pelo qual os alunos quantificarão o número de UFC nas placas de petri, referentes a cada intervalo de tempo (1h30, 2h, 2h30, 3h, 3h30, 4h e 4h30). Dito isso, o professor pode entregar uma ficha de atividades e um kit (“placas *E. coli*” ou “placas *S. aureus*”). Assim, em função da disponibilidade de recursos, o material produzido pode atender simultaneamente até oito grupos de alunos, cada um recebendo um kit de sete placas e uma ficha de atividades.

Encerradas as explicações do docente, os alunos podem iniciar a leitura e realização das atividades; sugerimos que o papel do professor a partir desse momento seja de orientar os estudantes para as respostas de suas possíveis perguntas.

4. Reflexões sobre o material educativo

O primeiro eixo apontado por Kaplún (2003; 2012) compreende “[...] as ideias centrais que serão abordadas pelo material, bem como o tema ou temas principais através dos quais se procurará gerar uma experiência de aprendizado” (KAPLÚN, 2012, p. 3). Nesse aspecto, nosso material educativo apresenta como principais temas: a função exponencial e o crescimento bacteriano, enfatizando as relações entre eles. Por não ser um tema aprofundado nas escolas, senão na matéria de Microbiologia, decidimos iniciar a explicação sobre o crescimento bacteriano na ficha a partir de um fato habitual, uma consulta médica, e gradualmente estabelecer as relações entre os dois temas centrais. No contexto de um laboratório microbiológico, o kit prático simula o crescimento das bactérias *E. coli* e *S. aureus*, possibilitando observar o desenvolvimento delas tanto no meio de cultura sólido como no meio de cultura líquido.

Como já levantado na introdução, o conteúdo de função exponencial, ensinado majoritariamente no Ensino Médio, tem por objetivo expressar relações entre grandezas e modelar situações-problema, permitindo várias conexões dentro e fora da própria matemática. Portanto, para atender esses objetivos, o material produzido sobre modelagem matemática, aborda unidades de medida, como a UFC, incorporando-a a uma situação-problema de contagem e análise. Sua principal atividade é contar as UFC nas placas, preencher uma tabela com os números obtidos, esboçar o gráfico de crescimento bacteriano e modelar uma função exponencial válida para a tabela e o gráfico. Dependendo da perspectiva de modelagem matemática assumida pelo professor, isto pode acontecer como

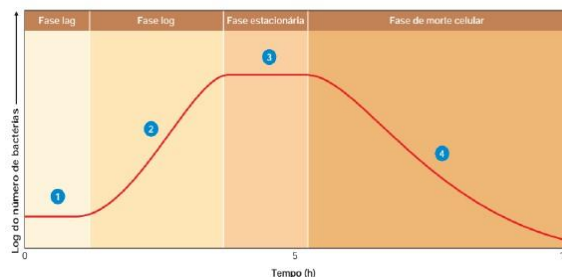
desencadeador de ideias para sistematizar o conceito de função exponencial em uma abordagem inicial ou como oportunidade de aplicar conhecimentos relativos a este conceito matemático em uma atividade prática.

O segundo eixo proposto por Kaplún (2003) é o pedagógico, que “[...] expressa o caminho que estamos convidando alguém a percorrer, que pessoas estamos convidando e onde estão essas pessoas antes de partir” (KAPLÚN, 2003, p. 7). Neste aspecto, antes de expor o caminho a ser percorrido, precisamos reconhecer quem o percorrerá; iniciando com um planejamento do material educativo que considere o público que o utilizará. Assim, planejamos um material capaz de ser compreendido por alunos que apresentem conhecimentos prévios de função exponencial, de modo a possibilitarmos a compreensão desse conteúdo em contextos extramatemáticos.

Sobre o caminho a ser percorrido, planejamos o material para que quem não estivesse envolvido diretamente com a área da Microbiologia conseguisse entendê-lo. À vista disso, estabelecemos como trajetória do material educativo os seguintes tópicos, em ordem: consulta médica com suspeita de doença infecciosa; estudo de microrganismos patogênicos que poderiam provocar a doença; reprodução do laboratório de Microbiologia com a manipulação de materiais e identificação desses microrganismos reproduzidos; análise do crescimento bacteriano e suas fases; modelagem do crescimento bacteriano através da função exponencial.

De modo a colocar em prática os conhecimentos construídos com a leitura dos tópicos, a ficha reforça a interdisciplinaridade intercalando textos e atividades. Buscamos aproximar ao máximo a Matemática da Microbiologia, como na Figura 3, em que o aluno deve interpretar o gráfico ideal de crescimento bacteriano, analisando matematicamente o crescimento e interpretando esse resultado no âmbito da Microbiologia.

Figura 3 – Crescimento bacteriano ideal com fases lag, exponencial, estacionária e declínio.



Fonte: Tortora; Funke; Case, 2010, p. 173.

No que tange à experiência no curso profissionalizante, procuramos atender algumas competências do técnico em Biotecnologia, conforme o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (BRASIL, 2016). Com o material educativo, os estudantes podem exercitar habilidades como operar, controlar e monitorar processos laboratoriais; cultivar microrganismos *in vitro*, reparar e analisar materiais biológicos e meios de cultura (BRASIL, 2016). Reconhecemos, também, a importância da interdisciplinaridade entre a Matemática e a Microbiologia, e a importância da articulação entre a teoria e a prática, acreditando numa melhor formação profissional do estudante (BRASIL, 2012).

O eixo comunicacional, terceiro e último definido por Kaplún (2003, p. 10), “propõe, através de algum tipo de figura retórica ou poética, um modo concreto de relação com os destinatários”. Nesse aspecto, o planejamento e desenvolvimento do material podem ser divididos nos seguintes aspectos:

1. Linguagem: a forma que escolhemos para nos comunicarmos verbalmente com os leitores varia no material. Procuramos fazer com que os leitores não se sentissem obrigados a resolver a atividade, e sim convidados a sua realização. Na ficha, visando facilitar a compreensão dos estudantes, optamos por uma linguagem um pouco mais coloquial, como por exemplo no trecho: “*Quando você está se sentindo mal e vai ao médico, é bem provável que através da descrição dos seus sinais e sintomas, e mais alguns exames, o médico saiba identificar o problema, o agente causador e o tratamento*”, que procura familiarizar o leitor com o tema e criar uma ligação entre ele e a ficha.

As figuras também foram inseridas com intuito de promover a ludicidade do material. Por exemplo, ao lado da seção onde o aluno torna-se um cientista, há imagem de tubos de ensaio e placas de petri para que o aluno possa associar o que vem a seguir com um experimento em laboratório. Tentando promover uma relação ainda mais direta com a experiência no curso profissionalizante e no mercado de trabalho, as etiquetas dos kits práticos possuem uma linguagem mais técnica expondo o nome científico das bactérias e dos meios de cultura; e o tempo de crescimento simulado.

2. Formatação: Buscando tornar a ficha mais dinâmica, os diversos tópicos definidos foram destacados em negrito e desenvolvidos em um único parágrafo cada. Ao lado destes, inserimos uma imagem diretamente relacionada ao seu conteúdo. Na etiqueta dos kits práticos buscamos apresentar de forma concisa: a espécie da bactéria, o meio de cultura e o tempo de crescimento que cada placa ou tubo representa. Para chamar a atenção

do leitor sobre os cuidados a serem tomados com o material prático, dispomos estes dentro de um quadro vermelho na ficha.

3. Organização em seções: de modo a facilitar a compreensão das diferentes tarefas pelo estudante e dinamizar as informações apresentadas, a ficha intercala textos e atividades; entretanto, conseguimos dividi-la em 2 blocos. Por exemplo, na seção “Crescimento bacteriano” a leitura do título faz com que o aluno busque novas informações para o entendimento do tema central, chegando até o parágrafo sobre a reprodução dos microrganismos no meio de cultura. A partir daí começa a seção do “Chegou o dia de você ser cientista!”, na qual o aluno irá usar o kit prático, simulando uma experiência num laboratório de Microbiologia, lendo sobre as características das bactérias dos kits e modelando o crescimento bacteriano através da função exponencial. A linguagem das seções é importante, pois dependendo da forma como escrevemos a orientação, mudamos completamente a maneira que o aluno enxergará a seção.

5. Considerações finais

Esse artigo expôs o processo de planejamento e construção de um material educativo que visa a promoção de uma experiência de aprendizagem da função exponencial, associada ao crescimento bacteriano e vice-versa. Examinamos esse processo a partir dos eixos conceitual, pedagógico e comunicacional propostos por Kaplún (2003; 2012) e de apontamentos de Chisté (2019).

Vale lembrar que o material educativo é composto por uma ficha teórico-prática, com textos e atividades intercalados entre si e um conjunto de kits práticos, utilizados para responder e complementar a ficha. Esse conjunto de kits possibilitou ampliar o público do projeto, uma vez que, nem todas as escolas e institutos têm condições estruturais e financeiras de realizar o experimento do crescimento bacteriano em laboratório.

Entendemos que a integração entre o ensino básico de nível médio e o núcleo profissionalizante e a interdisciplinaridade são pontos de destaque do material. Para a atividade escolhemos a *E. coli* e a *S. aureus* e oferecemos o kit para a contagem de UFC, porém, o material está sujeito a alterações, conforme avaliação do docente. Por conta de Sars-Cov-2, o material ainda não foi validado em sala de aula,. Assim, deixamos um convite aos leitores para utilizarem esse material em suas aulas e contribuírem com o seu processo contínuo de reformulação. O download das fichas pode ser realizado no site do EMEP, por meio do link <https://emep.ifes.edu.br/sala-de-aula>.

6. Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEF, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEB. 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CEB nº 06, de 20 de dezembro de 2012**: Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Brasília: CNE/CEB. 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. 3. Ed. Brasília-DF: MEC/Setec, 2016.
- CHIABAI, Í.; SÁ, L. C. e. Um material educativo para abordagem de Tratamento da Informação a partir da tabela nutricional de alimentos. **Educação Matemática em Revista**, v. 24, p. 188-199, 2019.
- CHISTÉ, P. de S. Proposta de avaliação coletiva de materiais educativos em mestrados profissionais na área de ensino. **Revista Campo Abierto**, v. 38, n. 2, p. 185-198. 2019.
- GONCALVES, 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.
- JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- KAPLÚN, G. Materiais educativos: experiência de aprendizado. **Revista Comunicação & Educação**, v. 271, 2003. pp. 46-60.
- KAPLÚN, G. Contenidos, itinerarios y juegos: tres ejes para el análisis y la construcción de mensajes educativos. In: VI Congreso de Asociación Latinoamericana de Investigadores de La Comunicación. **Actas...** Santa Cruz de la Sierra, 2012.
- ROBAZZA, W. S.; TELEKEN, J. T.; GOMES, G. A. Modelagem matemática do crescimento de microrganismos em alimentos. **TEMA**, Pinhalzinho, v. 11, n. 1, p. 101-110, jun. 2010.
- SILVA, A. L. da. **O ensino de função exponencial para além das aparências**. 158 f. Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.

Recebido em: 14 de julho 2020.

Aprovado em: 19 de junho de 2021.