



ALEXANDRIA

ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Microbiologia em Quadrinhos: Análise do Conteúdo Bacteriologia nos Livros Didáticos como Ponto de Partida para a Produção de Histórias em Quadrinhos

Microbiology in comics: Analysis of Bacteriology Content in Textbooks as a Starting Point for the Production of Comics

Rafael Moura da Silva Barros^a; Jaqueline Rabelo de Lima^b; Nilson de Souza Cardoso^c; Jonas Luiz Almada da Silva^d

a Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil - rafaelm_bio@hotmail.com

b Faculdade de Educação de Crateús, Universidade Estadual do Ceará, Crateús, Brasil - jaqueline.lima@uece.br

c Faculdade de Educação de Crateús, Universidade Estadual do Ceará, Crateús, Brasil - nilson.cardoso@uece.br

d Departamento de Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, Brasil - jonasalmada@gmail.com

Palavras-chave:

Bacteriologia. HQs.
Recurso didático. Ensino médio.

Resumo: A utilização de histórias em quadrinhos (HQs) no ensino, vem sendo relatada como uma estratégia promissora, em função de sua atratividade, facilidade de comunicação com o leitor e de estabelecer contextualizações e interações entre diferentes saberes. Com o objetivo de apresentar aos estudantes do Ensino Médio, conceitos científicos relacionados à bacteriologia, utilizando HQs como recurso didático, foram produzidas e avaliadas duas HQs que envolveram temáticas referentes à essa disciplina. Para seleção do conteúdo apresentado nas histórias, foi analisada a abordagem da Bacteriologia em três coleções de livros didáticos do Ensino Médio utilizados em escolas públicas, objetivando a identificação de assuntos margeados e/ou negligenciados, assim como pontos para contextualização. A avaliação das HQs, realizada por meio da análise de questionários respondidos por alunos do 3º ano do Ensino Médio, permitiu considerar que esse recurso foi bem aceito pelos estudantes, potencializou a aprendizagem dos conteúdos abordados e promoveu a contextualização dos mesmos, o que é indispensável para dar significado ao que é ensinado.

Keywords:

Bacteriology. Comics.
Didactic resource. High school.

Abstract: The use of comics in teaching has been reported as a promising strategy, due to its attractiveness, ease of communication with the reader and to establish contextualizations and interactions between different types of knowledge. With the objective of presenting to high school students scientific concepts related to bacteriology, using comics as a teaching resource, two comics were produced and evaluated that involved themes related to this discipline. To select the content presented in the stories, the Bacteriology approach was analyzed in three collections of high school textbooks used in public schools, aiming to identify marginalized and/or neglected aspects, as well as contextualization points. The evaluation of the comic books, carried out through the analysis of questionnaires answered by the students of the 3rd year of high school, allowed us to consider that this resource was well accepted by the students, improved the learning of the contents covered and promoted its contextualization, which is essential to make sense what is taught.



Introdução

Há uma concepção comum entre estudantes do ensino básico, e também entre o público geral, de que os microrganismos são responsáveis apenas por causar doenças e a deterioração de alimentos. Trabalhos conduzidos com alunos do Ensino Médio como o de Hensel (2016), e o de Antunes et al. (2012), confirmam que a associação entre micróbios e malefícios constitui a visão predominante.

Embora sejam muitas vezes identificados como vilões, os microrganismos, em sua maioria, são indispensáveis à manutenção da vida, por atuarem, por exemplo, na ciclagem de nutrientes, além de serem amplamente utilizados nas indústrias químicas, farmacêuticas, de alimentos, de bebidas, de medicamentos, na biorremediação, no controle de pragas, em inúmeros processos biotecnológicos, e estarem presentes no corpo humano e de outros animais, onde executam funções vitais a estes organismos, conforme é apresentado por Prescott et al. (2002) e também por Tortora et al. (2012).

A importância dos microrganismos para a natureza e suas inúmeras aplicações na área da saúde, indústria, agricultura, e biotecnologia, permite ratificar a afirmação de Cândido et al (2015) de que a microbiologia jamais pode ser negligenciada e a consideração de Hensel (2016) de que essa disciplina merece ter um destaque especial na educação básica.

Apesar da sua relevância, o ensino sobre os microrganismos ainda é insatisfatório, sendo apresentado, muitas vezes, de modo puramente teórico, com predominância da fala do professor e passividade do aluno. Essa abordagem pode estar associada às afirmativas de Albuquerque et al. (2012) nas quais, os estudantes veem a microbiologia como uma disciplina que se caracteriza por uma grande quantidade de termos a serem memorizados, sem aplicação prática, de modo que estes jovens não conseguem conectar o que é ensinado em sala com as demandas da vida cotidiana, configurando-se como um ciclo vicioso, uma vez que, sendo apenas memorizados temporariamente esses conhecimentos, ao serem demandados em situações reais, os mesmos já têm sido esquecidos.

Os livros didáticos, por sua vez, constituem uma ferramenta educacional muito utilizada pelos docentes para o desenvolvimento de suas práticas pedagógicas. Esse recurso, acaba, muitas vezes, dando um enfoque excessivo às informações referentes às doenças causadas por microrganismos, margeando ou mesmo negligenciando, assuntos relevantes, como a importância dos micróbios para o ambiente, para a indústria e para manutenção da saúde, o que torna a temática menos atrativa, comprometendo a aprendizagem (AZEVEDO; SODRÉ NETO, 2014; HENSEL, 2016).

A consequência do método mecânico de ensino e da abordagem fragmentada dos livros didáticos pode ser exemplificada por meio de resultados de pesquisas com alunos do Ensino Médio, como a de Sodré-Neto e Costa (2016, p. 470), por meio da qual, identificou-se,

a partir de questionários, a presença de “contradições e incertezas com relação ao vínculo que há entre os microrganismos, genética, indústria e, conseqüentemente, o bem-estar social”. Os autores concluíram que “os estudantes não conseguem correlacionar facilmente os conteúdos ministrados em sala de aula com as suas vivências diárias”.

Estudo semelhante, realizado por Albuquerque, Braga e Gomes (2012, p. 66), evidenciou “a falta de entendimento dos alunos a respeito dos microrganismos e a importância destes para o ser humano”. Hensel (2016) relatou a existência desse mesmo problema numa escola pública de Ensino Médio em Mato Grosso do Sul.

Estes trabalhos demonstram uma situação preocupante, uma vez que a falta de entendimento de temáticas relacionadas à microbiologia pode dificultar ou até mesmo impossibilitar a compreensão e a realização de atividades preventivas, como por exemplo, a “conservação dos alimentos, adoção de medidas de higiene, uso adequado de antibióticos entre muitas outras” (ALBUQUERQUE et al., 2012, p. 66).

Considerando a afirmação de Moreira e Masini (2009, p. 47) de que o problema da “aprendizagem em sala de aula está na utilização de recursos que facilitem a captação da estrutura conceitual do conteúdo e sua integração à estrutura cognitiva do aluno”, o panorama atual revela a necessidade da produção e do desenvolvimento de materiais alternativos que possam tornar as aulas mais atraentes e dinâmicas, contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem sobre o mundo microbiano.

Nesse contexto, um tipo de produção artística que vem sendo utilizada como ferramenta educacional são as Histórias em Quadrinhos (HQs). Estas podem contribuir de maneira positiva no processo de ensino-aprendizagem, pois, por meio delas, é possível abordar temáticas curriculares de maneira contextualizada e interdisciplinar, facilitando assim, a compreensão de conceitos científicos (VERGUEIRO, 2016; OLIVEIRA, 2018).

As HQs caracterizam-se como publicações provenientes da mídia de massa, cuja função principal é o entretenimento. São bastante populares entre crianças, adolescentes e jovens, constituindo-se como elemento fundamental na cultura deste segmento da sociedade. Os quadrinhos despertam a motivação dos discentes para as aulas, pois são recebidos, por estes, com entusiasmo, servindo como um meio de instigar a curiosidade e senso crítico (VERGUEIRO, 2016).

Para Almeida (2014), o uso dos quadrinhos com suas seqüências de textos e imagens podem facilitar a compreensão de informações sobre assuntos complexos de maneira mais simples e decifrável. Vergueiro (2016) acrescenta que a linguagem das HQs facilita a compreensão de um tema que não é familiar ao leitor, como acontece, por exemplo, com quadrinhos japoneses, conhecidos como mangás, cujas histórias, embora sejam fortemente influenciadas pela visão de mundo e costumes da sociedade japonesa, são bem aceitas e

compreendidas pelo público ocidental, fato que pode fundamentar o uso das HQs para fins educacionais.

Materiais didáticos alternativos em forma de HQs podem contribuir para compensar os limites existentes nas coleções didáticas presentes nas escolas, pois as características próprias desse gênero textual permitem sua utilização para aprofundamento de temáticas e/ou incorporação de elementos mais abstratos, como também para o desenvolvimento da contextualização e da interdisciplinaridade (ALMEIDA, 2014; MENEGAZZI, 2014; DUARTE, 2016; VERGUEIRO, 2016).

Além dos benefícios inerentes ao conteúdo escolar trabalhado, os quadrinhos são atrativos, e apresentam características particulares que podem fornecer outros benefícios educacionais como dinamicidade, estímulo à imaginação, desenvolvimento da leitura, do pensamento lógico e da criatividade (MARTINS, 2012; ALMEIDA, 2014; VERGUEIRO, 2016).

Assim, este trabalho, realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), teve como objetivo verificar como a bacteriologia é explorada em livros didáticos de biologia do Ensino Médio, identificando assuntos margeados ou, por vezes, negligenciados, para abordá-los, de maneira contextualizada, em HQs, e verificar a eficiência da utilização dos quadrinhos como recurso didático complementar para o ensino da disciplina, bem como a percepção dos estudantes do Ensino Médio sobre essa proposta.

Metodologia

Foram analisadas três coleções de livros didáticos do Ensino Médio aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático - PNLD 2018 (Quadro 1), estes foram selecionados em função de serem as obras adotadas pelas escolas de Ensino Médio existentes no município de Beberibe-CE, durante o período de execução deste trabalho.

Quadro 1: Coleções de livros didáticos analisadas

Coleção	Bio	Conexões com a Biologia	Contato Biologia
Autores	Sônia Lopes & Sérgio Rosso	Miguel Thompson & Eloci Peres	Marcela Ogo & Leandro Godoy
Edição	3	2	1
Editora	Saraiva	Moderna	Quinteto
Ano de publicação	2016	2016	2016
Representação	Coleção A	Coleção B	Coleção C

Fonte: os autores

A análise das coleções didáticas teve um caráter qualitativo, e o método utilizado para execução dessa etapa foi a análise documental, que segundo Kripka, Scheller e Bonotto (2015), tem como objetivo a obtenção de dados e informações presentes em documentos para a compreensão de um determinado fenômeno.

Essa análise consistiu na avaliação dos capítulos que exploram a bacteriologia de maneira específica¹, a qual envolveu a identificação dos seguintes aspectos em cada uma das obras:

- a) *Conteúdos abordados;*
- b) *Informações que destaquem os aspectos positivos dos microrganismos e*
- c) *Contextualização na abordagem do conteúdo.*

Os dados obtidos foram apresentados e discutidos na seção *Análise dos livros didáticos*. Após o exame dos livros, foram identificados os assuntos margeados e/ou negligenciados e/ou pouco contextualizados, a partir dos quais foram elaborados os enredos das HQs.

Foram produzidas duas revistinhas em quadrinhos para, posteriormente, serem testadas em uma turma de 3º ano do período noturno em uma escola pública estadual de Ensino Médio regular, situada no município cearense de Beberibe. Os alunos que participaram da pesquisa já haviam estudado o conteúdo *bactérias* durante o final do primeiro bimestre do mesmo ano em que este trabalho foi realizado.

Para atender as condições éticas e científicas exigidas pela Resolução 510/2016 que regulamenta as pesquisas que envolvem seres humanos (BRASIL, 2016), o projeto foi submetido ao Conselho de Ética, no qual está protocolado sob número 12446819.0.0000.5534. Os estudantes maiores de idade e os pais dos menores assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, enquanto os alunos com idade inferior a dezoito anos assinaram o termo de assentimento.

Para desenvolver condições que favorecessem o processo de ensino-aprendizagem, a elaboração das HQs foi ancorada em duas concepções pedagógicas. Uma delas é a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, segundo a qual, a aquisição de novos significados pelo aprendiz ocorre quando proposições ou conceitos interagem com sua condição cognitiva. Considerando esse princípio, foram utilizados vários elementos, como símbolos, sinais,

¹A análise desses capítulos envolveu o texto principal, as seções que o acompanham, e os textos complementares. As seções de atividades que se encontram no final de cada capítulo e/ou unidade não foram avaliadas nesta pesquisa.

proposições e conceitos relevantes e inclusivos, capazes de interagir com os subsunçores² da estrutura de conhecimento do público-alvo (MOREIRA; MASINI, 2009).

Outro subsídio teórico utilizado foi a Teoria do Pensamento Complexo de Edgar Morin, que defende o tratamento das “relações e inter-retro-ações entre cada fenômeno e seu contexto” (MORIN, 2003, p. 25), pois, procurou-se fazer uma abordagem multidimensional e integradora do conteúdo envolvido, ao invés de priorizar a propagação de informações fragmentadas.

A avaliação do material elaborado foi realizada por meio de questionários estruturados organizados em pré-teste (APÊNDICE A) e pós-teste (APÊNDICE B). Assim como a análise dos livros didáticos, essa etapa, teve caráter qualitativo, pois, não se utilizou de métodos e técnicas estatísticas, mas sim, uma descrição dos resultados obtidos, interpretações, atribuição de significados e predominância da análise indutiva (PRODANOV; FREITAS, 2013). Também foram realizadas análises de cunho quantitativo, muito embora, não tenha havido predominância dessa abordagem nesse estudo.

O material didático produzido foi impresso e distribuído para os estudantes em sala de aula, para que eles realizassem uma leitura individual e silenciosa. Com o objetivo de verificar a influência das HQs no processo de aprendizagem da temática relacionada aos conteúdos abordados. Foi aplicado uma semana antes da leitura das HQs, um pré-teste, formado por oito questões objetivas de múltipla escolha, e um pós-teste, aplicado uma semana após a leitura, também composto por oito questões que apresentavam a mesma abordagem de conteúdo e grau de dificuldade das questões apresentadas no pré-teste.

Após o pós-teste, os alunos responderam duas questões (APÊNDICE C) que indagavam suas opiniões sobre a influência da estratégia em seu aprendizado e ao uso dos quadrinhos como recurso didático, respectivamente. Eram questões objetivas, com espaço para justificativa da resposta escolhida.

Os números de acertos em cada uma das oito questões do pré-teste e do pós-teste foram tabulados, analisados e discutidos, e estão sendo apresentados na seção *Eficiência das HQs na aprendizagem das temáticas abordadas*. Procedimento semelhante foi feito com os dados obtidos a partir das perguntas relacionadas ao parecer dos estudantes sobre as HQs produzidas. As justificativas das respostas a essas questões, foram organizadas de acordo com a semelhança de conteúdo e apresentadas graficamente para análise e discussão. Estas são apresentadas na seção *Percepção dos estudantes sobre as HQs produzidas*.

² Ideia (conceito ou proposição) mais ampla, que funciona como subordinador de outros conceitos na estrutura cognitiva e como ancoradouro no processo de assimilação. Como resultado dessa interação (ancoragem), o próprio subsunçor é diferenciado (MOREIRA; MASINI, 2009).

Resultados da análise dos livros didáticos e discussão

Quanto aos assuntos e aos conceitos próprios da bacteriologia abordados, constatou-se grande semelhança entre as obras avaliadas, uma vez que as três coleções apresentaram informações sobre *habitat, morfologia, metabolismo, reprodução, troca de material genético, esporulação e bacterioses*.

Todas as obras informam que as bactérias são encontradas em diversos tipos de ambientes, mas apenas as coleções A e B destacaram que alguns microrganismos podem viver em lugares nos quais outros tipos de organismos não sobrevivem. A coleção B foi a única que relacionou essa ubiquidade com a *diversidade metabólica* bacteriana (FIGURA 1).

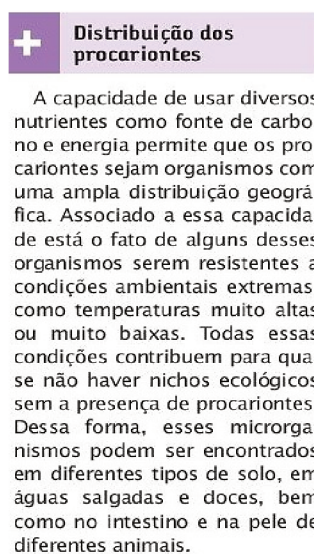


Figura 1 – Nota explicativa da coleção B sobre a abrangência dos procariontes (bactérias e arqueas) no planeta
Fonte: THOMPSON; RIOS (2016, p. 50)

A diversidade de formas bacterianas foi descrita em todos os textos analisados, sendo complementada por meio de figuras, com destaque para a coleção A, que abordou alguns fatos curiosos, como exemplos de bactérias visíveis a olho nu, e um quadro que relata sobre a descoberta de uma espécie considerada multicelular por alguns cientistas e a possibilidade de produção de cristais metálicos de qualidade a partir da compreensão do metabolismo dessa bactéria. Esse aspecto entra em consonância com o guia do PNL D 2018 que considera o fomento à “curiosidade dos jovens diante do saber” como um dos parâmetros de escolha dos livros didáticos pela equipe docente (BRASIL, 2017 p. 13).

A estrutura da célula bacteriana é explorada pelos textos dos capítulos específicos das coleções B e C, acompanhados por representações esquemáticas, porém, estas não explicitaram sobre o arcabouço da *parede celular* bacteriana, apesar de a última obra ter enfatizado sobre a *cápsula gelatinosa*, existente em algumas espécies, bem como suas funções. A omissão de informações sobre a estrutura bacteriana, pode comprometer a

aprendizagem, e essa deficiência também foi identificada por Azevedo e Sodré Neto (2014) em livros didáticos de ciências e biologia.

A coleção A, por sua vez, fez uma abordagem bem detalhada sobre a estrutura da parede celular, apresentando também, o método de *coloração de Gram*. Nesta obra, os outros componentes da célula procarionte são descritos no volume 1, mas, negligenciando algumas estruturas importantes como as *fimbrias* e os *flagelos*. Essa fragmentação pode comprometer o processo de aprendizagem.

Com relação ao *metabolismo bacteriano*, a coleção C foi a que melhor explorou o assunto, não se restringindo a apresentação das diferentes formas de obtenção de energia pelas bactérias, mas realizando breves comentários acerca de alguns desses processos, fato que não foi observado nas outras obras. A abordagem superficial do assunto nas coleções A e B pode induzir os estudantes à simples reprodução de conceitos estabelecidos, ao invés de promover aprendizado (AZEVEDO; SODRÉ NETO, 2014).

A reprodução por *fissão binária* é descrita e ilustrada em todas as coleções, mas somente os livros A e B mencionaram que tal fenômeno resulta em indivíduos geneticamente idênticos. As três obras comentaram sobre mecanismos de troca de material genético entre bactérias, mas a coleção C restringiu-se a apresentar o processo de *conjugação* em um quadro explicativo (FIGURA 2), enquanto as outras coleções, também descreveram a *transformação* e a *transdução*.

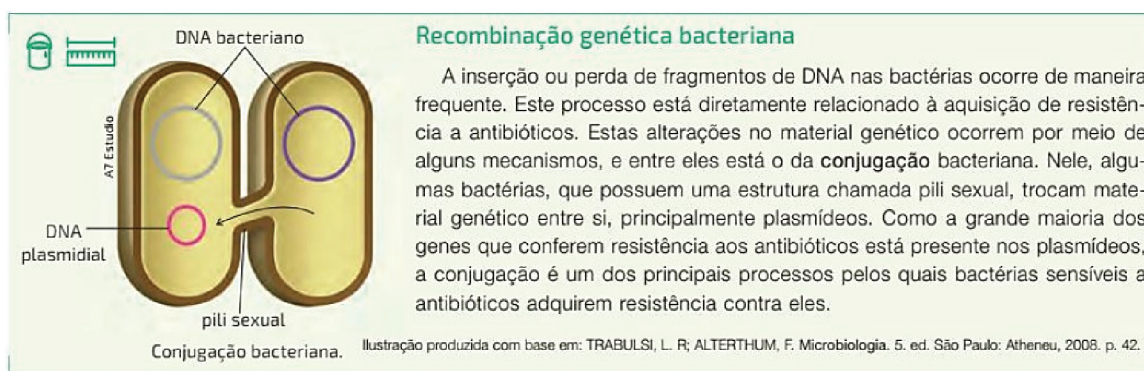


Figura 2 – Quadro explicativo da coleção C sobre a conjugação bacteriana

Fonte: OGO; GODOY (2016, p. 42)

Apesar de a obra A ter mencionado que esses processos aumentam a *variabilidade genética*, e a obra C ter destacado que a conjugação pode fazer com que uma bactéria adquira resistência a antibióticos, nenhum dos livros destacou a importância desses fenômenos para a evolução das populações bacterianas ou para a compreensão sobre as precauções necessárias com relação ao uso dos antibióticos.

Aspectos positivos das bactérias foram citados nas três coleções didáticas analisadas, destacando-se as contribuições para o equilíbrio ambiental e para a indústria, enquanto os benefícios desses microrganismos para a saúde humana foram pouco abordados. Para

Azevedo e Sodré Neto (2014, p. 633) a importância da bacteriologia na educação básica, é justificada pela “sua relevância para a formação de cidadãos críticos e conscientes das contribuições exercidas pela maioria das bactérias para a manutenção e funcionamento dos ecossistemas”.

As coleções A e B apontaram a importância das bactérias capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, relacionando tal processo à fertilização do solo, sendo que a obra B comentou sobre os microrganismos que vivem associados às raízes das plantas leguminosas e a importância dessas plantas em rotação de culturas. Na coleção C, a *fixação de nitrogênio* foi explicada de modo fragmentado na legenda de uma fotografia, sem conexões com outras informações apresentadas no texto como a contribuição para a fertilidade do solo, citando apenas que existem bactérias fixadoras desse elemento em raízes de vegetais (FIGURA 3).

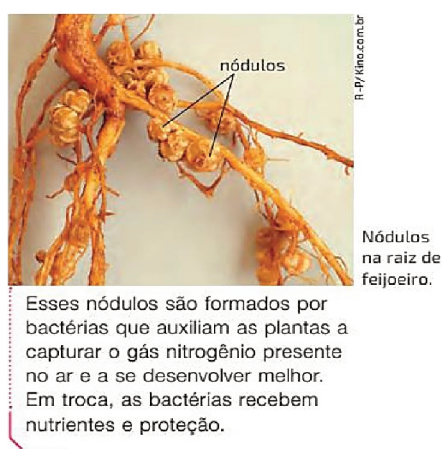


Figura 3 – Abordagem superficial da coleção C sobre as bactérias fixadoras de nitrogênio
Fonte: OGO; GODOY (2016, p. 38)

Apenas as coleções A e B relataram a participação de bactérias no tratamento de água poluída (FIGURA 4), assunto relevante, uma vez que “a poluição urbana, agrícola e industrial degrada a qualidade da água e mata organismos aquáticos” (REECE et al, 2015, p. 1174). Também estiveram ausentes o conceito de *biorremediação*, que consiste na utilização de bactérias para degradação de resíduos tóxicos, e exemplos de suas aplicações (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).



Figura 4 – Fotografia da coleção A que acompanha o texto sobre a participação de bactérias no tratamento de esgoto

Fonte: LOPES; ROSSO (2016, p. 55)

A importância das bactérias para a saúde humana foi mencionada apenas nas coleções A e C, porém, superficialmente, sendo que a primeira se restringiu a citar a produção de vitamina K pela microbiota intestinal e a segunda afirmou, sem maiores explicações, que esses organismos são importantes para a saúde do sistema digestório de animais. Nenhuma das duas obras citou outros benefícios proporcionados pela comunidade microbiana que vive no intestino humano, como metabolização de compostos normalmente indigeríveis, modulação do sistema imunológico, resistência à inflamação, defesa contra patógenos, influência no comportamento, funções essas que fazem muitos compararem a microbiota intestinal a um órgão indispensável à saúde (BINNS, 2014; PINTO, 2016; AMON; SANDERSON, 2017).

Com relação a abordagem sobre a utilidade das bactérias na indústria alimentícia, as obras analisadas se limitaram a dar breves exemplos de participação das bactérias na produção de alimentos, sem maiores esclarecimentos, superficialidade que também foi observada por Azevedo e Sodr e Neto (2014).

A coleção A, por exemplo, restringiu-se a afirmar apenas que “algumas espécies que fazem **fermentação** são usadas na indústria de alimentos para a produção de iogurte e outros produtos” (LOPES; ROSSO, p. 44, grifo do autor). A coleção B afirmou que “na indústria alimentícia, o vinagre é produzido pelas bactérias *Acetobacter aceti*, e os laticínios, por bactérias do gênero *Lactobacillus*, responsável por azedar o leite, resultando na coalhada” (THOMPSON; RIOS, 2016, p. 54). O texto a seguir foi extraído da coleção C:

Na indústria alimentícia, por exemplo, o processo de fermentação de algumas espécies de *Lactobacillus* e *Streptococcus* é empregado na fabricação de queijos e iogurte. Outro exemplo é a bactéria *Xanthomonas campestris*, que a partir da glicose, produz a goma xantana, utilizada como espessante (substância que aumenta a viscosidade) em laticínios, sorvetes e molhos e também é empregada na indústria de

cosméticos principalmente na produção de cremes e xampus (OGO; GODOY, p. 43).

Essa mesma deficiência também foi identificada nos breves comentários das obras B e C sobre utilização das bactérias na indústria farmacêutica. A coleção B incluiu ainda o uso de microrganismos na indústria química para a produção de metanol, butanol e acetona, porém, sem esclarecimentos sobre a utilidade de tais compostos pelo homem.

Outras pesquisas realizadas com alunos do Ensino Básico que identificaram a falta de conhecimento dos estudantes sobre os benefícios dos microrganismos, despertam para a necessidade de uma maior ênfase aos aspectos positivos desses seres vivos, como a de Albuquerque, Braga e Gomes (2012), de Antunes, Pileggi e Pazda (2012) e a de Hensel, 2016).

A presença de questionamentos iniciais durante a apresentação do conteúdo nas três obras corrobora com a concepção de Haydt (2008), que destaca a necessidade de se verificar, no começo de cada unidade de ensino, o conhecimento prévio dos estudantes no processo ensino-aprendizagem. Esse princípio entra em consonância com a teoria cognitiva de Ausubel que considera o conhecimento que o aprendiz já possui como fator mais importante para a aprendizagem, pois é com ele que as novas informações irão interagir para reorganizar a estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 2009). Dessa forma, a sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos pode aumentar o “número de possibilidades e estratégias” que o professor pode utilizar “para contornar as dificuldades do ensino” (ALBURQUERQUE; et al., 2012, p. 60).

As coleções A e C também apresentaram, entre os textos do capítulo, um quadro que sugere a realização de um experimento, acompanhado por perguntas relacionadas. No caso da coleção A, a atividade prática consiste na produção de meio de cultura caseiro e é seguida por questões que instigam o estudante a observar o resultado do experimento relacionando-o com a importância dos hábitos de higiene das mãos. O experimento sugerido pela obra C consiste na produção de iogurte caseiro, acompanhado por perguntas que permitem relacioná-lo com o tipo de metabolismo das bactérias envolvidas.

A coleção A foi a que mais se destacou na diversificação da abordagem do conteúdo bacteriologia ao apresentar um texto complementar que trata da descoberta de uma bactéria multicelular por pesquisadores brasileiros e outro que faz uma historicidade sobre o uso de bactérias como armas biológicas. Textos como esses, são atrativos, e podem despertar para a curiosidade do aluno pelo conhecimento, contribuindo assim, para atender a um dos parâmetros de escolha de livros didáticos, sugerido pelo Guia PNL D 2018: o fomento “a curiosidade dos jovens diante do saber” (BRASIL, 2017, p. 13).

Com relação as doenças causadas por bactérias as coleções, praticamente, limitaram-se

a apresentar uma lista de algumas bacterioses com seus respectivos agentes etiológicos, formas de transmissão, sintomas e formas de prevenção (FIGURA 5), sem estabelecer reflexões sobre a relação entre as formas de contágio, o contexto ambiental e as medidas profiláticas. A coleção C, ao relacionar a disseminação de algumas doenças com a falta de saneamento básico e o aumento de casos de leptospirose após os alagamentos e inundações, avança e diferencia-se de uma abordagem tradicional em relação as demais.

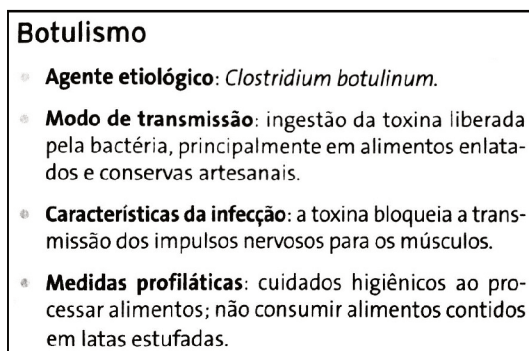


Figura 5 – Informações sobre o botulismo, uma das doenças bacterianas abordadas na obra A

Fonte: LOPES; ROSSO (2016, p. 51)

A contextualização das doenças causadas por bactérias serve como subsídios teóricos e práticos para uma participação ativa na sociedade. No entanto, os livros não fazem uma abordagem comportamental e sociológica sobre as doenças, fato também identificado por Martins et al. (2012, p. 251) ao analisarem um livro didático de biologia. Os mesmos autores afirmam que a educação em saúde também deve abordar o papel de cada ser humano como agente capaz de promover sua própria saúde e da comunidade em que vive, “e não apenas da prevenção de danos à mesma, bem como tratar da conscientização de que a saúde depende, em termos sociais, de nossas ações como cidadãos críticos e participativos”.

A análise das coleções didáticas permitiu observar que - embora elas tenham demonstrado preocupação em atrair a curiosidade dos estudantes e estabelecer contextualizações, apresentando a importância das bactérias para a natureza, exemplos da presença desses microrganismos no cotidiano, aplicações na indústria e na agricultura, curiosidades, entre outras informações -, essas abordagens foram superficiais, restringindo-se à poucas linhas dos textos. Houve, no geral, predominância de ideias desconexas e descontextualizadas e poucos elementos relevantes, capazes de interagir com subsunçores, normalmente presentes na estrutura cognitiva do aluno, como conhecimentos relacionados a situações comuns do seu cotidiano por exemplo.

Este fato também foi observado na pesquisa de Azevedo e Sodré Neto (2014). Os autores relataram que, na maioria dos livros didáticos de ciências e biologia analisados, foram evidenciadas inadequa es e insuficiências na apresenta o da bacteriologia, enfatizando que este fato pode afetar negativamente a aprendizagem dos discentes.

Produção das HQs

Foram produzidas duas HQs compostas por doze páginas cada uma, cujos roteiros iniciaram-se com a escolha do tema central e dos principais personagens envolvidos, e a construção de um pequeno esboço da história em poucas linhas, apresentando de forma sintética o início, o meio e o fim da trama. A partir dos esboços foram desenvolvidos os argumentos, isto é, os relatos mais detalhados das histórias, que posteriormente foram revisados. Após a produção das imagens digitais provisórias, elas foram novamente revisadas e enviadas a uma gráfica para realização da etapa da diagramação, impressão e encadernação.

O fenômeno da *resistência das bactérias aos antibióticos* e a *importância das bactérias da microbiota natural para o controle de patógenos* foram os conteúdos escolhidos como temas principais para a produção das HQs, respectivamente, em função da relevância deles, tanto para saúde individual quanto coletiva e, porque nenhum dos capítulos específicos sobre bactérias das obras analisadas apresentaram informações acerca da problemática relacionada à resistência aos antibióticos, e apenas duas das três coleções avaliadas, apresentaram a importância das bactérias que vivem no organismo de animais, porém, de modo superficial.

A primeira história, intitulada *Microbiologia em quadrinhos: O ataque das salmonelas*, teve como objetivo fornecer informações contextualizadas que possibilitassem ao leitor a compreensão sobre os problemas relacionados ao uso indiscriminado de antibióticos, com destaque para a resistência das bactérias a esses medicamentos.

O referencial teórico utilizado para a abordagem do conteúdo científico foi baseado em informações presentes nas obras Binns (2014), Costa e Silva Júnior (2017), Franco e Landgraf (2008), Paixão e Castro (2015), Santos et al (2018), Silva Júnior et al (2018) e Tortora et al. (2012). A narrativa tem como principais personagens dois irmãos que discutem em meio a um surto de salmonelose no bairro onde moram (Figura 6). Um dos irmãos, chamado *Liam* é afetado pela doença e resolve tomar antibióticos, o que instiga uma discussão entre ele e seu irmão *Nuno*, que argumenta sobre os perigos associados ao uso indiscriminado de antibióticos.



Figura 6 – Liam e Nuno

Fonte: os autores

A história inicia em nível microscópico com ênfase na seleção das salmonelas resistentes (Figura 7) e morte das bactérias da microbiota normal do intestino de Liam na presença do antimicrobiano. A transferência de material genético entre bactérias por conjugação (Figura 8) e a importância dos *probióticos* e *prebióticos* para a saúde são outros assuntos abordados ao longo da narrativa. Na figura 9, o personagem Nuno explica a distinção entre esses dois conceitos.



Figura 7 – Seleção de salmonela

Fonte: os autores



Figura 8 – Conjugação Bacteriana³

Fonte: os autores

³ A conjugação é um mecanismo de transferência de material genético em que projeções da superfície de uma bactéria entram em contato com outra bactéria de modo a unir as duas. Por meio dessas projeções, a bactéria doadora transfere cópias de um fragmento circular de DNA, denominado *plasmídio*, a uma bactéria receptora que, eventualmente, podem transportar genes que conferem a mesma resistência a antibióticos, por exemplo (TORTORA et al., 2012). No processo de conjugação, apresentado na figura 3, o termo *imunidade* que uma das salmonelas está mencionando, refere-se à transferência de genes capazes de conferir resistência ao antibiótico, considerando-se que “atualmente, os plasmídeos de resistência são considerados um dos principais problemas da medicina clínica” (MADIGAN et al, 2010, p. 284).



Figura 9 – Nuno explicando sobre os probióticos e prebióticos

Fonte: os autores

Microbiologia em quadrinhos: Uma guerra no intestino foi o título dado à segunda história na qual os personagens Liam e Nuno têm papel secundário, de modo que a narrativa dá ênfase ao esforço que a microbiota intestinal de Nuno realiza para evitar que as salmonelas lideradas pela vilã *Rija*, provoquem a doença no hospedeiro. A história destaca ainda a personagem *Pilix* uma *Escherichia coli* não patogênica que vive no intestino de Nuno. Outras *Escherichia coli*, *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* se unem para evitar a infecção.

A narrativa também discute a importância dos probióticos e prebióticos⁴ para a saúde, além de assuntos que foram abordados de maneira fragmentada nos livros didáticos avaliados, como a reprodução assexuada por *fissão binária* (Figura 10), ação dos vírus que se reproduzem no interior de bactérias (*bacteriófagos* ou *fagos*) e mecanismos de *recombinação genética* entre bactérias (Figura 11). As obras de Amon e Sanderson (2017), Binns (2014),

⁴ “Os probióticos são culturas de micróbios vivos que devem ser aplicadas ou ingeridas para que exerçam um efeito benéfico. Os probióticos podem ser administrados juntamente com prebióticos, substâncias químicas capazes de promover seletivamente o crescimento de bactérias benéficas” (TORTORA et al., 2012, p. 402).

Franco e Landgraf (2008), Paixão e Castro (2015), Pinto (2016), Santos e Cançado (2009), e Tortora, Funke e Case (2012), foram utilizadas como referencial teórico para o conteúdo científico presente na narrativa.

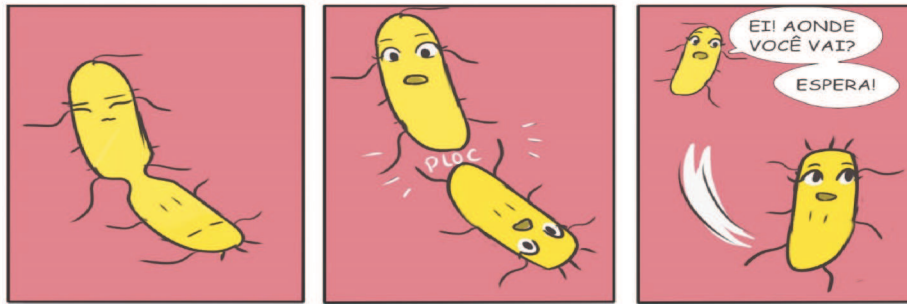


Figura 10 – Fissão binária

Fonte: os autores



Figura 11 – Tipos de recombinação genética entre bactérias⁵

Fonte: os autores.

Eficiência das HQs na aprendizagem das temáticas abordadas

O pré-teste (Apêndice A) e o pós-teste (Apêndice B) foram aplicados objetivando verificar o efeito das HQs produzidas no processo de ensino e aprendizagem dos discentes participantes da pesquisa. Nesse contexto foram elaboradas e avaliadas as seguintes habilidades⁶:

⁵ O trecho apresentado na figura 6, cita as *bacteriocinas*, proteínas produzidas por bactérias e que matam outras bactérias. O mecanismo de transferência gênica mediada por vírus é denominado *transdução*. A conjugação ocorre quando uma bactéria transfere genes por meio de tubos proteicos a outra. O terceiro processo citado, a transformação, ocorre quando o material genético presente no meio, originário de bactérias mortas, é captado por bactérias vivas (TORTORA et al., 2012).

⁶ Essas habilidades foram elaboradas pelos próprios pesquisadores, baseando-se no conteúdo científico abordado nas duas HQs produzidas.

H1 - Reconhecer que existem bactérias que contribuem para a manutenção da saúde em seres humanos;

H2 - Relacionar a perda da eficácia dos antibióticos com a seleção de bactérias resistentes causada por esse medicamento;

H3 - Compreender que a microbiota intestinal pode ser destruída sob a ação de antibióticos, o que pode causar prejuízos à saúde;

H4 - Explicar o processo de reprodução das bactérias, conhecido por fissão binária.

H5 - Entender que as bactérias podem adquirir novas características genéticas por meio de mecanismos de transferência de material genético;

H6 - Descrever os processos de conjugação e transdução (processos de recombinação genética bacteriana)

H7 - Reconhecer que algumas bactérias podem produzir substâncias capazes de inibir o crescimento populacional de outras bactérias ou destruí-las;

H8 - Compreender que as bactérias podem ser infectadas por certos vírus conhecidos como bacteriófagos ou fagos.

A tabela 1 apresenta o desempenho da turma para cada habilidade avaliada pelos testes aplicados antes e depois da produção da leitura das HQs, apresentando o número de acertos de cada uma das questões dos testes e a diferença percentual de acertos entre o pré-teste (APÊNDICE A) e o pós-teste (APÊNDICE B). De um total de 34 alunos avaliados, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 1 – Comparação entre os resultados do pré-teste e pós-teste

Questão (habilidade)	Conteúdo	Quantidade de acertos		Aumento do Nº de acertos (%)
		Pré-teste	Pós-teste	
H1	Bactérias benéficas	23	26	13,0
H2	Resistência a antibióticos	15	12	-20,0
H3	Antibióticos: destruição da microbiota intestinal	11	22	100,0
H4	Fissão binária	11	25	127,3
H5	Recombinação	19	25	31,6
H6	Conjugação e transdução	20	21	5,0
H7	Antagonismo bacteriano	13	27	107,7
H8	Bacteriófagos	15	16	6,7
TOTAL		127	174	37,0

Fonte: os autores

Observando a diferença entre o total de acertos dos dois testes, percebe-se que houve um crescimento de quase 40% no desempenho da turma após a leitura das HQs, o que permite inferir sobre a eficiência da estratégia na promoção da aprendizagem, corroborando as afirmações de Almeida (2014), Menegazzi (2014) e Vergueiro (2016), e resultados de estudos que avaliaram atividades de leitura de quadrinhos em sala de aula, como os de Mehes e Maistro (2012) e o de Uchôa et al. (2012).

Ao analisar a diferença de acertos em cada uma das habilidades avaliadas, observa-se, que, na quase totalidade destas, um aumento no percentual de acertos após a leitura dos gibis, com destaque para as H4, H7 e H3. Possivelmente, o maior crescimento nessas três habilidades deve-se ao fato de os conteúdos abordados nessas questões terem sido enfatizados no material didático utilizado, como ocorreu com *a destruição da microbiota intestinal pelos antibióticos* (H3) e o *antagonismo bacteriano* (H7).

Com relação às H5, que trata do reconhecimento de que as bactérias podem adquirir novas características genéticas por meio de mecanismos de transferência de DNA, obteve-se um crescimento moderado, enquanto para as habilidades restantes, percebeu-se crescimento pequeno, como na H1 que discutiu a existência de bactérias que podem trazer benefícios aos seres humanos, na H6 que tratou da conjugação e transdução, e na H8 que se referiu aos bacteriófagos. É importante considerar que durante o pré-teste, os itens que avaliaram essas habilidades foram os que tiveram os melhores resultados, de onde podemos inferir que eram assuntos aos quais uma parcela significativa dos estudantes já tinha conhecimento.

Vários autores relatam resultados positivos com o uso de HQs como recurso didático, contudo, muitos deles envolveram diferentes formas de uso dos quadrinhos em sala de aula, além da leitura (MEHES; MAISTRO, 2012; MARTINS; 2012; SANTOS et al., 2012; PORTUGAL, 2016; OLIVEIRA, 2018), sendo possível inferir que os resultados na aprendizagem podem ser ampliados com a associação da leitura a outras atividades, sobretudo, aquelas que estimulem discussões e debates, por exemplo.

A associação das HQs com outros métodos pode ser exemplificada pelo *Almanaque da Professora Gemma*, desenvolvido por Oliveira (2018) um roteiro de atividades e sugestões de quadrinhos, com uma personagem que orienta a leitura das HQs e propõe atividades de interpretação destas, possibilitando uma maior reflexão sobre as temáticas envolvidas.

Quanto à habilidade que avaliou a compreensão de que os antibióticos podem perder a eficácia por selecionar bactérias resistentes (H2), observa-se que ela é a única em que se verifica uma redução no número de acertos. É possível que uma inconsistência na elaboração do item tenha influenciado no resultado obtido. Essa hipótese ancora-se na observação de que no pré-teste, apenas uma alternativa citava a expressão *resistência das bactérias ao antibiótico*, sendo esta, a resposta correta, escolhida por 44% dos alunos, enquanto o mesmo

item do pós-teste apresentava duas alternativas que citavam essa resistência: uma correta que dizia que o antibiótico *seleciona as bactérias resistentes*; e outra incorreta que afirmava que os antibióticos *induzem as bactérias a ficarem resistentes* a esse antimicrobiano. Estas alternativas somadas, foram escolhidas por quase 90% dos estudantes.

Este resultado aponta que, embora os estudantes tenham formado uma ideia geral sobre o fenômeno da resistência, essa compreensão ainda é incipiente, e a estratégia utilizada não foi suficiente para promover o completo entendimento da temática, ou que os mesmos não souberam diferenciar o sentido de *induzir a resistência* e *selecionar as resistentes*, o que ratifica, novamente, a importância da complementação com momentos de reflexão e discussão.

Percepção dos estudantes sobre as HQs produzidas

Ao serem questionados se as HQs lidas contribuíram para um melhor entendimento sobre as bactérias, os alunos, em sua grande maioria (91%), responderam que sim. Essa avaliação positiva por parte dos alunos coincide com outras pesquisas, como a de Portugal (2015), que utilizou quadrinhos em aulas de história em turmas de 7^a e 8^a séries do ensino fundamental, o que o levou a concluir que as HQs são recursos pedagógicos importantes, e que precisam ser utilizados em sala de aula periodicamente.

A eficiência de HQs como material didático tem sido amplamente relatada, como nos trabalhos de Almeida (2014), Menegazzi (2014), Uchôa, Francisco Júnior e Francisco (2012) e Vergueiro (2016). Para estes pesquisadores os gibis facilitam o entendimento de conteúdos escolares porque possibilitam a compreensão de conhecimentos abstratos e de difícil compreensão. No entanto, é imprescindível o papel do educador na estimulação de reflexões sobre os temas abordados nas histórias, como debates, por exemplo, conforme a orientação de Uchôa, Francisco Júnior e Francisco (2012).

A figura 12 apresenta o percentual de cada uma das categorias identificadas nos argumentos utilizados pelos alunos que reconheceram que as HQs produzidas contribuíram para a compreensão do conteúdo.

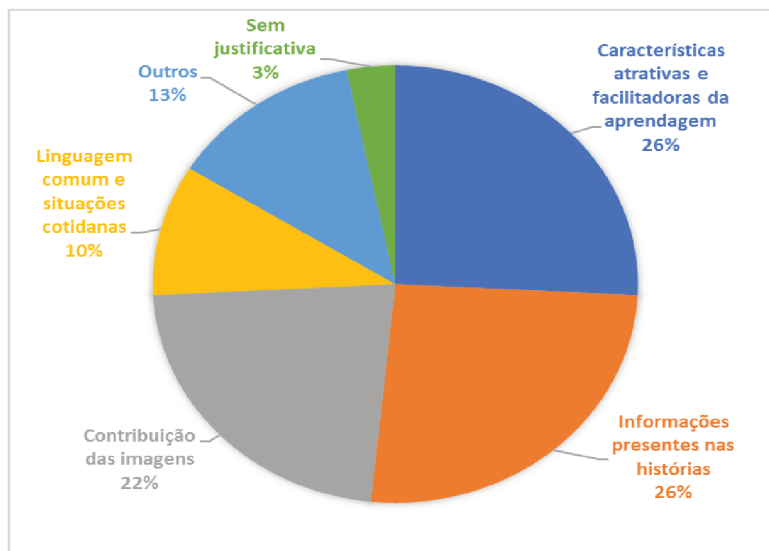


Figura 12 - Justificativas dos alunos sobre a contribuição positiva das HQs na aprendizagem

Fonte: os autores

Ao serem instigados a atribuir uma classificação avaliativa ao material didático produzido, todos os discentes que participaram da pesquisa avaliaram-no positivamente, de modo que 12% classificou o material como *bom*, 47% como *ótimo* e 41% como *excelente*, não havendo quem considerasse o material didático como regular ou ruim. A boa recepção dos quadrinhos pelos alunos do Ensino Médio também foi observada em outras pesquisas, como a de Kundlatsch e Oliveira (2018) que envolveu a produção, pelos estudantes, de HQs sobre o tema *soluções* da disciplina de química, obtendo-se 92% de aceitação da atividade.

Esse resultado ratifica a receptividade dos estudantes aos quadrinhos, o que torna essa arte, um recurso potencial para a abordagem de conteúdos diversos, inclusive assuntos mais complexos e abstratos, pois ela pode servir como uma “ponte” que acaba levando o aluno à compreensão do conteúdo.

A figura 13 apresenta os temas abordados nos argumentos utilizados pelos estudantes para justificar sua avaliação, e os respectivos percentuais de ocorrência, dentre os quais destacam-se a aprovação das imagens e/ou linguagem utilizadas nas histórias (26%) e as HQs como recurso facilitador da aprendizagem (20%). Outros aspectos apresentados foram a diversão proporcionada pelas histórias (12%), a qualidade estrutural do material (9%), a percepção das HQs como recurso diferenciado (6%) e a abordagem de aspectos que se relacionam com o cotidiano (3%). Embora a avaliação por parte dos estudantes tenha sido positiva, alguns deles (12%) informaram em suas justificativas, aspectos negativos que identificaram nas histórias, enquanto outros (9%) justificaram com informações equivocadas que mencionaram ter “apreendido” com a leitura.

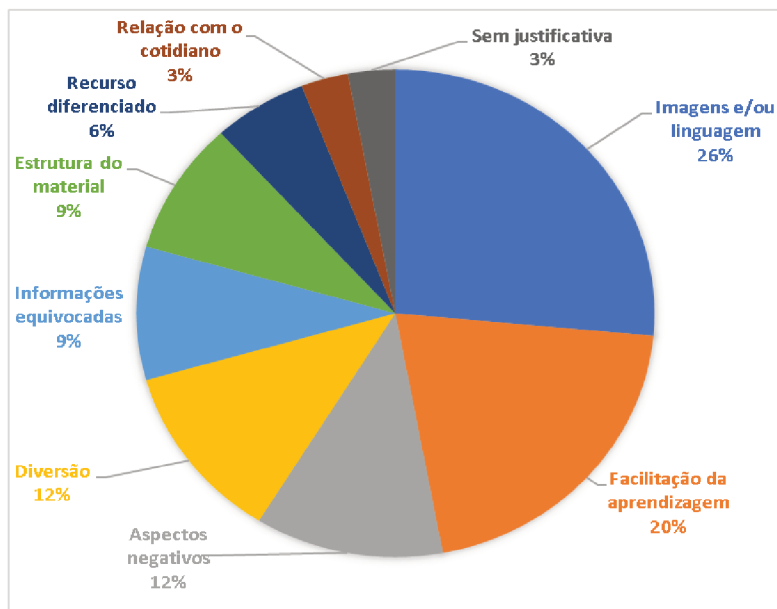


Gráfico 13 - Justificativas dos estudantes que classificaram as HQs como boas, ótimas ou excelentes
Fonte: os autores

Características atrativas e facilitadoras da aprendizagem

Os estudantes que mencionaram *características atrativas e facilitadoras da aprendizagem* em suas justificativas sobre a contribuição do material didático na aprendizagem (26% do total pesquisado), utilizaram adjetivos, como *interessante, divertido, agradável, descontraído, leve, menos cansativo, resumido, interativo, inovador e diferente*, demonstrando que as HQs despertaram a atenção dos estudantes e foram recebidas como algo novo, diferente, quebrando a rotina das aulas, além de não ter provocado sobrecarga cognitiva. Nas justificativas sobre a classificação avaliativa das HQs produzidas também são citados aspectos como *divertimento* (12%) e o *diferente* (6%).

Esses relatos estão de acordo com as afirmações de Martins (2012), Duarte (2016) e Vergueiro (2016), de que os quadrinhos são muito bem recebidos, por despertar o interesse dos discentes, fato também demonstrado por Oliveira (2018), que após utilizá-los para trabalhar conceitos de genética com estudantes do 9º ano do ensino fundamental, verificou que a metodologia favoreceu o aumento do interesse pelo gênero e pelo conteúdo científico abordado.

Trabalhos que envolveram alunos do nível médio mostraram que há uma ótima aceitação, por parte desse público, da arte dos quadrinhos no ensino de diversas disciplinas e conteúdos. Uchôa et al. (2012), que elaboraram uma HQ sobre o tema radioatividade, aplicada em turma de 1º ano, destacam que o interesse dos estudantes ocorre principalmente, em função da linguagem diferenciada com imagens e diálogos e a aproximação com o contexto dos estudantes, enquanto que Kundlatsch e Silveira (2018), que propuseram uma atividade de elaboração de quadrinhos sobre o tema químico, soluções, para alunos, perceberam que a boa recepção está relacionada ao prazer e ao divertimento.

Três alunos que mencionaram o *divertimento* em suas justificativas sobre a classificação avaliativa atribuída às HQs produzidas, relacionaram esse aspecto com uma melhor compreensão do conteúdo abordado. Nesse sentido, é importante ressaltar que a boa recepção dos quadrinhos por parte dos educandos, deve ser aproveitada pelos educadores, utilizando esse recurso como fonte de aprendizagem e estímulo para o desenvolvimento crítico dos educandos, em contraposição a utilização dessa estratégia apenas para o entretenimento dos alunos (UCHÔA et al., 2012; VERGUEIRO, 2016).

De acordo com Maiato e Carvalho (2016, p.770) a disciplina de Ciências “envolve uma gama de conceitos e teorias complexos, que exigem pensamento abstrato, o que demanda grande atividade cognitiva”. Considera-se, então, que a boa receptividade às HQs pode ser aproveitada para superar essa dificuldade, uma vez que elas despertam a curiosidade e o senso crítico dos alunos (VERGUEIRO, 2016). Isso pode explicar, porque a *facilitação da aprendizagem* também foi bastante mencionada nas justificativas dos estudantes ao atribuírem uma classificação avaliativa das histórias produzidas, com 20% de ocorrência.

HQs como fonte de informação

Dos discentes que afirmaram ter aprendido com a leitura das HQs, 26% justificaram suas respostas com *informações presentes* nas próprias histórias, dentre estas, o cuidado com os antibióticos e os problemas à saúde relacionados a esses medicamentos, a prevenção de doenças por meio de uma alimentação adequada, a existência de bactérias benéficas e maléficas para o ser humano, os probióticos e prebióticos, e interação entre bactérias foram os assuntos mencionados.

Essas declarações ratificam que os quadrinhos podem ser úteis para a disseminação de informações sobre a importância da adoção de hábitos que favoreçam a melhoria da qualidade de vida, corroborando a percepção de Menegazzi (2014) de que o caráter multidimensional das HQs induz o leitor a refletir sobre o conhecimento adquirido a partir da narrativa, o que pode conduzi-lo a mudança de atitudes e fornecer conhecimentos que podem ser úteis para a resolução de problemas cotidianos e sociais. Dessa forma, esse recurso torna-se uma boa estratégia de contextualização.

No entanto, nas justificativas sobre a avaliação das HQs produzidas, alguns dos estudantes (9%) mencionaram informações equivocadas ou não muito bem esclarecidas que afirmaram ter “*aprendido*” a partir da leitura das histórias, fato que reforça a necessidade de que o uso dos quadrinhos na sala de aula não se restrinja apenas à leitura, mas que esta, esteja associada às outras atividades e/ou recursos que possibilitem uma maior reflexão sobre o conteúdo abordado, uma vez que, esses elementos promovem “o entendimento das narrativas

visuais e das várias maneiras de construir caminhos para a leitura de mundo” (DUARTE, 2016, p. 139).

Contribuição das imagens

Uma parte dos participantes da pesquisa (22%) afirmou em suas justificativas que as *imagens* tiveram uma importante contribuição para a compreensão do tema exposto nas HQs. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que as imagens, quando lidas, instigam “a curiosidade e os sentidos, permitindo a construção do conhecimento em plenitude, pois favorecem o diálogo e o contato com o fenômeno social” (DUARTE, 2016, p. 98).

Essa concepção possibilita considerar que, na produção de HQs para fins didáticos, além da qualidade científica do texto abordado, atenção especial também deve ser dada as imagens, optando-se pelo desenho colorido com alta resolução, boas representações das expressões corporais dos personagens, personificação de organismos e/ou objetos, entre outras características que podem tornar a história mais atrativa.

Três alunos (9%) descreveram em suas justificativas sobre a classificação avaliativa das HQs, aspectos positivos relacionados à percepção estética da *estrutura* das duas histórias, o que pode estar relacionado, entre outras coisas, à qualidade do papel e da impressão, à resolução das imagens, à boa caracterização dos personagens humanos, à representação da linguagem corporal. Esses relatos permitem considerar que a qualidade do material, pode intensificar a atratividade que, normalmente, já existe nos quadrinhos.

Elementos do cotidiano e aprendizagem significativa

Dois aspectos, considerados importantes para o estabelecimento de conexões com a estrutura de conhecimento dos discentes durante o planejamento das HQ, foram a presença de *situações do cotidiano* e o uso de uma *linguagem comum*. Essas características foram citadas por 10% dos estudantes, que reconheceram que as histórias tiveram efeito positivo em seu aprendizado. A relação com o cotidiano também foi abordada por 3% dos estudantes em suas justificativas para a classificação avaliativa das HQs.

Esses relatos estão de acordo com a ideia de Antunes et al. (2012) de que o aprendizado de conteúdos relacionados à microbiologia é facilitado quando eles são relacionados à vida e ao cotidiano do aluno, e com as considerações de Duarte (2016) e Menegazzi (2014), de que a presença dessas conexões com o conhecimento prévio do leitor nas HQs, possibilita uma maior compreensão sobre o conteúdo envolvido.

Embora em vários momentos das histórias tenham sido apresentados termos e conceitos científicos, procurou-se usar uma linguagem simples entre os personagens principais. Além desse aspecto, também foi considerado na elaboração das narrativas, a

apresentação de conhecimentos, situações e outros elementos comuns do cotidiano, como problemas intestinais adquiridos por meio de alimentos, o uso de antibiótico no combate às infecções, microrganismos como causadores de doenças, personagens adolescentes, aparelho celular e redes sociais, conflitos familiares e linguagem corporal dos personagens.

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a aquisição de novos significados pelo aprendiz ocorre quando proposições ou conceitos interagem com sua condição cognitiva (MOREIRA; MASINI, 2009). Desse modo, as colocações dos estudantes permitem considerar que as novas informações apresentadas ao longo das histórias interagiram com subsunçores, contribuindo, deste modo, para integrar novas informações à estrutura de conhecimento dos estudantes.

O poder da associação entre imagem e linguagem

A maioria dos discentes (26%) justificou sua classificação positiva do material didático, em função das *imagens e/ou linguagem*, o que ratifica as conclusões de Duarte (2016) de que o uso de imagens atrativas e da linguagem cotidiana, possibilitam uma maior identificação do leitor com o tema, contribuindo para a compreensão da temática abordada na história.

Vergueiro (2016) relata que a interligação entre imagens e palavras amplia o entendimento de conceitos de maneira mais eficaz do que esses dois elementos separados. Para o autor, essa relação resulta em um novo patamar de comunicação que supera, e muito, a simples junção de um código a outro, como se os mesmos formassem uma nova linguagem.

Considerando as conclusões obtidas por Duarte (2016), a partir de um estudo sobre quadrinhos presentes nos livros didáticos, pode-se afirmar que o poder da linguagem visual e verbal é intensificado quando elas são relacionadas com a realidade. Nesse sentido, pode-se afirmar que a interação entre imagens e textos, facilita a comunicação da informação, enquanto a relação com a realidade, como o uso de uma linguagem cotidiana e a abordagem de outros elementos comuns ao leitor, ajuda na aquisição de uma aprendizagem significativa.

Aspectos negativos

Dentre os alunos que admitiram que as HQs não contribuíram para a compreensão do conteúdo envolvido, um deles assumiu que não entendeu a história, porque possuía deficiência em leitura. Esse argumento sugere que as HQs, mesmo com as imagens e outros elementos que poderiam facilitar a compreensão, ainda podem ser insuficientes para a promoção da aprendizagem em estudantes que apresentam baixo nível de leitura. Apesar disso, é importante que esse recurso seja utilizado com esses alunos, uma vez que, conforme Vergueiro (2016), os quadrinhos podem estimular o desenvolvimento da prática de leitura.

Outro aspecto negativo citado foi a presença de palavras difíceis para leitura e compreensão, que também foi elencado nas justificativas sobre a classificação avaliativa das HQs, embora nenhum aluno tenha classificado o material didático como regular ou ruim. Nesses relatos, os estudantes discorreram sobre a presença de palavras difíceis para leitura e compreensão, problema que pode ser amenizado com a substituição destas e/ou a inclusão de um glossário no final da narrativa. Contudo, vale ressaltar que, por tratarem de uma temática ligada às ciências, as histórias utilizaram em certos momentos, com a introdução de termos e definições novas, uma linguagem própria dessa área como forma de oportunizar aos estudantes a familiarização com a nomenclatura científica, que pode ser intensificada com atividades de reflexão e discussão.

Considerações finais

Os resultados desta pesquisa permitem inferir que as HQs podem ajudar a superar as limitações identificadas nos livros didáticos em apresentarem o conteúdo de forma integrada e atrativa, já que elas possuem características próprias que despertam o interesse dos estudantes, e que tornam possível abordar os assuntos de maneira contextualizada.

O caráter globalizador dos quadrinhos também permite resolver outro problema identificado nos livros didáticos: a superficialidade na apresentação dos benefícios das bactérias para a humanidade e o ambiente, uma vez que essas temáticas podem ser facilmente interligadas dentro do contexto de uma história, facilitando a compreensão do leitor, o que torna as HQs um excelente recurso para o desenvolvimento da contextualização da bacteriologia, disciplina esta que, muitas vezes, é considerada abstrata e de difícil compreensão.

Ressalta-se que os resultados obtidos neste trabalho reforçam a ideia de que as HQs têm o potencial de apresentar-se como um bom recurso complementar ao ensino de microbiologia/bacteriologia.

Assim como outras estratégias metodológicas, o uso das HQs neste trabalho também evidenciou limitações, de modo que a simples leitura das histórias não garante a compreensão de algumas das temáticas desenvolvidas, contudo, a contribuição das HQs no entendimento do conteúdo pode ser intensificada, utilizando-as em associação com outros procedimentos metodológicos realizados antes, durante ou depois das leituras, como, discussão em grupo, abordando os conceitos envolvidos, atividades que envolvam um diálogo com as informações apresentadas nos livros didáticos, ou até mesmo a proposta de criação de HQs, pelos próprios estudantes.

É importante ressaltar também que os erros conceituais podem aparecer em HQs produzidas por alunos, como mostram os resultados de Kundlatsch e Silveira (2018), o que

permite afirmar que, seja qual for o recurso e o método utilizado, há sempre a necessidade de um olhar atento por parte do docente para que sejam realizadas as intervenções necessárias, caso dificuldades e equívocos sejam identificados.

Considerando o potencial quase infinito dos quadrinhos, em função da diversidade de temas, abordagens, estilos, e diferentes formas de utilização dos recursos próprios dessa arte. Esta pesquisa pode servir como estímulo para desenvolvimento de outras produções em quadrinhos atrativos, contextualizados e integradores. Não só abordando a vida microbiana, mas também outros assuntos científicos, por meio de ricas parcerias entre professores e artistas no ramo das HQs. Contribuindo, assim, para um aumento do acervo desse tipo de material didático disponível para professores e alunos, e, conseqüentemente, para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Uma vez que essa arte, como foi discutido ao longo deste trabalho, apresenta várias características, que, se bem aproveitadas, podem torná-la uma poderosa ferramenta educacional.

Referências

- ALBUQUERQUE, G. G.; BRAGA, R. P. S.; GOMES, V. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v.2, n.1, p.58-68, 2012.
- ALMEIDA, J. A. *Histórias em quadrinhos como suporte para o processo de ensino-aprendizagem*. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Biblioteconomia - Faculdade de Informação e Comunicação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.
- AMON, P.; SANDERSON, I. What is the microbiome? *Archives Of Disease In Childhood - Education & Practice Edition*, v. 102, n. 5, p. 257-260, 2017.
- ANTUNES, C. H.; PILEGGI, M.; PAZDA, A. K. Por que a visão científica da microbiologia não tem o mesmo foco na percepção da microbiologia no Ensino Médio? In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 3., 2012. Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: Sinect, 2012.
- AZEVEDO, T. M.; SODRÉ NETO, L. Bacteriologia na Educação Básica: como esse tema é abordado nos livros didáticos?. *Acta Scientiae*, Canoas, v.16, n.3, p.631-647, 2014.
- BINNS, N. *Probióticos, prebióticos e a microbiota intestinal*. São Paulo: Ilsi Brasil, 2014.
- BRASIL. *PNLD 2018: apresentação – guia de livros didáticos – ensino médio*. Brasília: MEC, SEB, FNDE, 2017.
- BRASIL. *resolução N° 510, de 07 de abril de 2016*. Brasília: MS, 2016.
- CÂNDIDO, M. S. C. et al. Microbiologia no Ensino Médio: analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual Paraibana. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v.8, n.1, p.57-73, abr. 2015.

- COSTA, A. L. P.; SILVA JÚNIOR, A. C. S. Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura. *Estação Científica, UNIFAP*, v. 7, n. 2, p. 45-57, 2017.
- DUARTE, I. C. M. *A relação quadrinhos e livro didático: uma análise sobre a integração entre linguagem verbal e imagética*. 2016. Dissertação de Mestrado em Educação - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2008.
- HAYDT, R. C. *Avaliação do processo ensino-aprendizagem*. 6. ed. São Paulo: Ática, 2008.
- HENSEL, C. F. *Microrganismos em nossa vida: uma abordagem problematizadora*. 2016. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2016.
- KRIPKA, R. M. L.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L. Pesquisa Documental: considerações sobre conceitos e características na Pesquisa Qualitativa. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 4., 2015, Aracaju. *Anais...* Aracaju: Ciai, 2015. p.243-247.
- KUNDLATSCH, A.; SILVEIRA, C. A temática soluções nas histórias em quadrinhos: análise de uma atividade desenvolvida com estudantes do Ensino Médio. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 9, n. 5, p.36-55, 18 dez. 2018.
- LOPES, S.; ROSSO, S. *Bio*. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- MADIGAN, M.T. et al. *Microbiologia de Brock*. 12. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.
- MAIATO, A. M.; CARVALHO, F. A. H. Atividades experimentais e motivação no ensino de ciências sob a ótica da neurociências. In: CONGRESSO INTERNACIONAL ENVOLVIMENTO DOS ALUNOS NA ESCOLA: PERSPETIVAS DA PSICOLOGIA E EDUCAÇÃO MOTIVAÇÃO PARA O DESEMPENHO ACADÊMICO, 2., 2016, Lisboa. *Anais...* Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2016. p.768 - 781.
- MARTINS, E. K. *Histórias em quadrinhos no ensino de ciências: Uma experiência para o ensino do sistema nervoso*. 2012. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.
- MARTINS, L.; SANTOS, G. S.; EL-HANI, C. N. Abordagens de saúde em um livro didático de biologia largamente utilizado no ensino médio brasileiro. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 1, p.249-283, mar. 2012
- MEHES, R; MAISTRO, V. I. A. A aprendizagem de biologia mediada por quadrinhos e/ ou charges. *Pró-docência, Revista Eletrônica das Licenciaturas/UEL*, Londrina, v.1, n.1, p.1-20, jan./jun. 2012.
- MENEGAZZI, G. D. L. *Narrativas e histórias em quadrinhos como recursos didáticos para o ensino de ciências da natureza*. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*. 2.ed. São Paulo: Centauro, 2009.

- MORIN, E. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Tradução de Eloá Jacobina. 8.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- OGO, M.; GODOY, L. *#Contato: Biologia*. São Paulo: Quinteto, 2016.
- OLIVEIRA, L. G. *Almanaque de ciências da professora Genna: o uso das histórias em quadrinhos no ensino de genética*. Ouro Preto: Ufop, 2018.
- PAIXÃO, L. A.; CASTRO, F. F. S. Colonização da microbiota intestinal e sua influência na saúde do hospedeiro. *Universitas: Ciências da Saúde*, v. 14, n. 1, p.85-96, 2016.
- PINTO, C. T. *Homeostase da Microbiota Intestinal: Saúde ou Doença no Homem*. 2016. Dissertação de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016.
- PORTUGAL, A. R. M. C. M. A utilização de história em quadrinhos no ensino de História. *Camine: Caminhos da Educação*, v. 2, n.7, p. 201-211, 2015.
- PRESCOTT, L. M.; HARLEY, J. P.; KLEIN, D. A. *Microbiology*. 5th. New York: The Mcgraw-hill Companies, 2002.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.
- SANTOS, D. V. A. et al. Antibióticos através da abordagem do mecanismo de resistência bacteriana. *Ciência Atual*, v. 11, n. 1, p. 2-14, 2018.
- SANTOS, L. C.; CANÇADO, I. A. C. Probióticos e prebióticos: vale a pena incluí-los em nossa alimentação! *Synthesis Revista Digital Fapam*, v. 1, n. 1, p. 308-317, 2009.
- SANTOS, V. J. R. M.; SILVA, F. B.; ACIOLI, M. F. Produção de Histórias em Quadrinhos na abordagem interdisciplinar de Biologia e Química. *Renote: Novas Tecnologias na Educação*, v.10, n.3, 2012.
- SILVA JÚNIOR, J. G. S. et al. Automedicação com antibióticos e suas consequências fisiopatológicas: uma revisão. *Revista Rios Saúde*, v. 1, n. 1, p. 7-17, 2018.
- SODRÉ-NETO, L.; COSTA, M. V. M. Genética microbiana na percepção de estudantes do Ensino Médio. *Acta Scientia*, v. 18, n. 2, p. 470-480, 2016.
- THOMPSON, M.; RIOS, E. P. *Conexões com a Biologia*. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2016.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. Tradução de Aristóbolo Mendes da Silva et al. 10.ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- UCHÔA, A. M.; FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Produção e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2012, Salvador. *Anais...* Salvador: Eneq, 2012.

VERGUEIRO. Uso das HQs no ensino. In: RAMA, A.; VERGUEIRO, W. (Org.). *Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula*. 4.ed. São Paulo: Contexto, 2016. p. 7-29.

SOBRE OS AUTORES

RAFAEL MOURA DA SILVA BARROS. Possui graduação em Licenciatura em Biologia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (2011), pós-graduação lato sensu em Gestão Ambiental pela Faculdade Vale do Jaguaribe (2014) e mestrado profissional em Ensino de Biologia (Profbio) pela Universidade Estadual do Ceará. Atualmente é professor da rede estadual de ensino do Ceará. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino de Biologia.

JAQUELINE RABELO DE LIMA. É professora Adjunta da Universidade Estadual do Ceará - Campus Crateús (FAEC), onde coordena projetos de pesquisa, ensino e extensão voltados para a área de Educação com foco no Ensino de Ciências. É professora do Mestrado profissional em Ensino de Ciências - PROFBIO. Atualmente é Coordenadora Institucional do PIBID/UECE, onde também já atuou como Coordenadora de Gestão de Processos Educacionais e Coordenou o Laboratório Interdisciplinar de Formação de Professores - LIFE da FAEC/UECE. Atualmente desenvolve pesquisas na área de Educação, com ênfase na Formação de professores, Contextualização e interdisciplinaridade no Ensino de Ciências.

NILSON DE SOUZA CARDOSO. É licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará, mestre e doutorando no Programa de Pós-graduação em Educação - Área de concentração Formação de Professores, na Universidade Estadual do Ceará. Professor assistente do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Ceará, na Faculdade de Educação de Crateús (UECE/FAEC), docente permanente do Mestrado Profissional em Rede em Ensino de Biologia (Profbio), na UECE. Integra o grupo de pesquisa Educação, Cultura Escolar e Sociedade (Educas). Atuou como Coordenador Institucional do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) da UECE (2014/2018) e, atualmente, ocupa a presidência o Fórum Nacional de Coordenadores Institucionais do PIBID e Residência Pedagógica (Forpibid-RP) e a Diretoria da Regional 5 (Nordeste) da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (Sbenbio). Dedicar-se a investigar sobre ensino de ciências e formação de professores, em especial as ações de formação e de valorização do magistério da educação básica, promovidas pela CAPES, bem como as políticas a elas relacionadas.

JONAS LUIZ ALMADA DA SILVA. Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará (2001), mestrado em Tecnologia de Alimentos (2004) e doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos (2013) pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte, atuando nos cursos superiores de Tecnologia de Alimentos, Agronomia e Nutrição, além dos cursos técnicos de Agropecuária e Panificação Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal, Microbiologia e Biotecnologia de Alimentos e Tecnologia das Fermentações Industriais, atuando principalmente nos seguintes temas: microrganismos, fermentação alcoólica, oligossacarídeos pré-bióticos.

APÊNDICE A – Pré-teste

1. As bactérias podem ser infectadas por

- a) () protozoários denominados bacteriocinas, capazes absorver seus nutrientes.
- b) () fungos parasitas (ou líquens), que penetram suas hifas pela parede bacteriana.
- c) () outras bactérias chamadas probióticos, que retiram a água da célula hospedeira.
- d) () vírus conhecidos como bacteriófagos, que se multiplicam no interior de suas células.

2. Uma bactéria pode interferir geneticamente em outra

- a) () ao fundir-se com a bactéria do sexo oposto durante o período de acasalamento, resultando em uma grande quantidade de bactérias filhas.
- b) () quando induzem outras bactérias a sofrerem mutações, por meio da liberação de substâncias que são transportadas pela água ou pelo vento.
- c) () diretamente, quando se aproxima da outra bactéria, e transfere material genético por meio de túbulos que são formados entre elas, por exemplo, ou indiretamente, quando um vírus leva fragmento de DNA de uma bactéria para outra.
- d) () somente quando morrem, pois, nessa situação, as membranas bacterianas se abrem, liberando as proteínas que depois serão absorvidas por outras bactérias de diferentes espécies que estiverem relativamente próximas ao local da morte.

3. Os antibióticos são medicamentos que devem ser consumidos com precaução e sob orientação médica pois esses antimicrobianos

- a) () podem reagir quimicamente como várias substâncias do organismo, resultando na produção de toxinas.
- b) () matam bactérias sensíveis, com exceção das resistentes, que podem sobreviver, dificultando o tratamento.
- c) () o contato constante com o antibiótico faz com que as bactérias desenvolvam a capacidade de utilizá-lo como alimento.
- d) () além de não terem eficiência comprovada em testes laboratoriais, podem comprometer a saúde do paciente devido aos efeitos colaterais.

4. É comum a existência de certas bactérias que capazes de dificultar a proliferação de outras espécies bacterianas por meio,

- a) () de estratégias de captura de outras bactérias que são aproveitadas como alimento.
- b) () de mecanismos de transferência de genes defeituosos que provocam doenças metabólicas.
- c) () da liberação de substâncias que podem inibir o crescimento populacional de outras bactérias ou matá-las
- d) () da indução de alterações genéticas que podem provocar a lise bacteriana, um tipo específico de tumor maligno.

5. A reprodução das bactérias, conhecida como fissão binária caracteriza-se por

- a) () Uma divisão da célula mãe ao meio, resultando em duas bactérias filhas.
- b) () Fusão de duas bactérias que funcionam como gametas formando o zigoto, que se divide em várias células.
- c) () Produção de dois esporos que são transportados pelo vento, caem e germinam, resultando em duas novas bactérias.
- d) () Um pequeno pedaço da bactéria se desprende e desenvolve, originando uma célula geneticamente igual a bactéria mãe.

6. A microbiota intestinal é caracterizada por

- a) () uma população de bactérias capazes de provocar sérias doenças, portanto precisam ser eliminadas por meio de medicamentos.
- b) () um conjunto de seres microscópicos que são essenciais para a saúde, formado principalmente por bactérias resistentes à antibióticos.
- c) () micróbios adquiridos constantemente por meio da alimentação, mas que não causam prejuízos nem malefícios para o organismo humano.
- d) () grande diversidade de microrganismos (principalmente bactérias), que proporcionam benefícios ao hospedeiro, mas pode ser destruída sob a ação dos antibióticos.

7. Sobre a relação entre bactérias e seres humanos, é correto afirmar que.

- a) () todas as bactérias podem causar doenças.
- b) () algumas bactérias são importantes para a saúde.
- c) () bactérias podem viver no organismo humano, mas não são necessárias.
- d) () um homem saudável é caracterizado pela ausência de bactérias em seu corpo.

8. Com relação a genética bacteriana, é adequado mencionar que

- a) () as bactérias que pertencem a mesma espécie são geneticamente idênticas.
- b) () a recombinação genética bacteriana ocorre quando duas bactérias se unem para gerar filhos.
- c) () bactérias podem adquirir características genéticas de outras por meio de mecanismos de transferência de DNA.
- d) () a única maneira de uma bactéria ter seu material genético modificado é por meio de mutações induzidas por radiação.

APÊNDICE B – Pós-teste

1. Um dos problemas que pode ser ocasionado pelo uso dos antibióticos é que eles podem provocar a
 - a) morte de várias células intestinais, já que elas têm a mesma composição que a célula bacteriana.
 - b) incapacidade de absorção dos nutrientes digeridos pelas células da mucosa intestinal
 - c) destruição das bactérias que fazem parte da microbiota natural do intestino.
 - d) diminuição da capacidade de digestão de nutrientes no intestino delgado.

2. Uma bactéria pode obter novas características genéticas quando
 - a) é afetada por substâncias antibacterianas, como os antibióticos, por exemplo.
 - b) recebe genes de outras bactérias por meio de processos de transferência de DNA.
 - c) encontra-se em locais cujas condições ambientais são inadequadas a sua sobrevivência.
 - d) percebe que está prestes a se reproduzir sexualmente, para aumentar a sobrevivência dos descendentes.

3. A alta capacidade de crescimento populacional bacteriano é explicada pela
 - a) rapidez na produção de gametas, que acelera a reprodução sexual.
 - b) produção de grande quantidade de esporos no período de reprodução.
 - c) facilidade que as bactérias têm para encontrar um parceiro na fase reprodutiva.
 - d) reprodução assexuada simples, caracterizada pela divisão de uma bactéria em duas.

4. A conjugação e a transdução, fenômenos que ocorrem em bactérias, caracterizam-se por
 - a) tipos de reprodução sexual, caracterizadas por rituais complexos de acasalamento que ocorrem em períodos diferentes do ano.
 - b) processos de transferência de material genético pela da formação de pontes citoplasmáticas entre duas bactérias (conjugação) ou por meio de vírus (transdução).
 - c) ritmos de desenvolvimento bacteriano, diferenciados pela presença (conjugação) ou ausência (transdução) de diferentes fases de vida da bactéria, como nas metamorfoses.
 - d) formas específicas de reprodução assexuada, sendo que na conjugação uma bactéria se divide em várias, e na transdução, uma bactéria morre, mas deixa fragmentos que formam novas bactérias.

5. De acordo com o atual conhecimento sobre a interação entre bactérias e o homem, é correto mencionar que
 - a) existem bactérias que protegem o corpo do hospedeiro contra infecções.
 - b) a saúde do ser humano depende da inexistência de bactérias em seu organismo.
 - c) quando um alimento contaminado por bactérias é ingerido, sempre acarreta uma doença.
 - d) todas as bactérias são maléficas por provocarem doenças e/ou o apodrecimento dos alimentos.

6. Uma espécie de bactéria poder ser impedida de colonizar um determinado ambiente devido a
- a) () falta de parceiros sexuais para reprodução, pois a maioria das bactérias que migram pertencem ao sexo masculino.
 - b) () impossibilidade de bactérias da mesma espécie conviverem num mesmo local, devido a intensa competição.
 - c) () presença de outras bactérias capazes de produzir substâncias capazes de destruí-las ou inibir seu crescimento populacional.
 - d) () existência de bactérias predadoras, comuns em qualquer ambiente, e que capturam microrganismos invasores para alimentar-se.
7. O uso indiscriminado de antibióticos configura-se como um problema de saúde pública, pelo fato desses medicamentos
- a) () atrapalharem o funcionamento de vários órgãos do organismo humano, como o fígado, cérebro, coração e pulmão.
 - b) () serem responsáveis pelo aumento do número de casos de vários tipos de câncer ao longo das quatro últimas décadas.
 - c) () estimularem o desenvolvimento da resistência em algumas bactérias que proliferarão, diminuindo assim a eficiência do medicamento.
 - d) () selecionarem as bactérias mais resistentes, que poderão formar uma população de microrganismos na qual o antimicrobiano não fará mais efeito.
8. Os bacteriófagos são
- a) () vírus que atacam bactérias.
 - b) () indivíduos afetados por doenças bacterianas.
 - c) () bactérias com dimensões maiores que as outras.
 - d) () estruturas que compõem a parede celular das bactérias.

APÊNDICE C – Questões para a verificação da opinião dos estudantes sobre as HQs produzidas

1. Na sua opinião, a leitura das duas histórias em quadrinhos permitiu-lhe compreender melhor sobre o mundo bacteriano?

- a) () sim.
- b) () não.

Justifique sua resposta: _____

2. Como você avalia as duas histórias em quadrinhos produzidas?

- a) () ruim.
- b) () regular.
- c) () bom.
- d) () ótimo.
- e) () excelente.

Explique: _____

Recebido: 19 de julho de 2020.

Revisado: 16 de abril de 2022.

Aceito: 29 de abril de 2022.