



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA- UFSC  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS- CCB  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA- PROFBIO

KELI ADRIANA CAMPOS GONÇALVES

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE  
MICROBIOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO**

**Florianópolis**

**2019**

KELI ADRIANA CAMPOS GONÇALVES

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE  
MICROBIOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO da Universidade Federal de Santa Catarina, orientado pelo professor Dr. Ricardo Ruiz Mazzon, para a obtenção do título de mestre em ensino de biologia.

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gonçalves, Keli Adriana Campos  
Sequência de ensino investigativa no ensino de  
microbiologia: Uma proposta para o ensino médio / Keli  
Adriana Campos Gonçalves ; orientador, Ricardo Ruiz  
Mazzon, 2019.  
135 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade  
Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas,  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia,  
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. . 2. Sequência de Ensino Investigativa. 3.  
Microbiologia. 4. Alfabetização Científica. I. Mazzon,  
Ricardo Ruiz . II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em . III. Título.

Keli Adriana Campos Gonçalves

**Sequência de Ensino Investigativa no ensino de Microbiologia: Uma proposta para o Ensino Médio**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Ricardo Ruiz Mazzon, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Luciana de Abreu Nascimento, Dr(a).  
Instituto Federal Sul de Minas Gerais

Prof. Leandro Duso, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em ensino de biologia.

---

Prof. Dr. Carlos José de Carvalho Pinto  
Coordenador(a) do Programa

---

Prof. Dr. Ricardo Ruiz Mazzon  
Orientador  
Florianópolis, 10 de setembro de 2019.

Aos meus amados e saudosos pais Ozima e José Carlos, *in memoriam*,  
por sempre acreditarem em mim; sei que estariam orgulhosos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de cursar este mestrado, por todas as bênçãos derramadas em minha vida, e por mais uma conquista alcançada, enfim, por tudo.

Ao meu esposo, Ademilson Gonçalves e a minha filha Karen H. Gonçalves pela paciência que tiveram comigo durante este período, pelo carinho e compreensão, por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e incentivando nos momentos difíceis.

Ao meu irmão José Carlos S. C. Filho pela ajuda com os programas e tecnologia, sempre contribuindo com os seus conhecimentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Ruiz Mazzon pela paciência, orientação, sugestões e por confiar em minha capacidade.

Não posso deixar de agradecer ao Arthur Ferraz por suas importantíssimas contribuições com este trabalho, pela ajuda nas análises, por direcionar um caminho.

A todos os professores e coordenadores do Programa de Mestrado em Ensino de Biologia (PROFBIO) pelo aprendizado, discussões, reflexões e pelo incentivo ao longo de todo o curso.

A todos os colegas e amigos do PROFBIO pelo companheirismo, incentivo, pela troca de experiências, as amizades construídas, as risadas e os momentos de descontração.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) por oferecer este programa de mestrado e assim oportunizar aos professores da rede pública de ensino o alcance a titulação de mestres.

A CAPES, pois o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Enfim, obrigada a todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

## RESUMO

O ensino da Microbiologia nos livros didáticos de Biologia acaba dando uma maior ênfase aos aspectos patogênicos, apesar de a maioria não ser patogênica, e por se tratar de organismos invisíveis a olho nu, os conteúdos acabam sendo trabalhados de uma maneira descontextualizada, abstrata e quase que exclusivamente teórica, devido à baixa disponibilidade de materiais e infraestrutura das escolas. Diante disso é importante que o professor desenvolva novas estratégias didáticas que auxiliem os discentes na compreensão da Microbiologia e principalmente contextualizem os assuntos estudados com o seu cotidiano. Uma abordagem possível para promover a autonomia e senso crítico dos estudantes por meio de práticas da cultura científica é o ensino por investigação. Sendo assim desenvolvemos uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), baseada nos trabalhos das autoras Anna Maria Pessoa de Carvalho e Lúcia Helena Sasseron, que visam promover a Alfabetização Científica dos alunos. O presente trabalho tem como objetivo analisar as contribuições de uma SEI no ensino da Microbiologia para a promoção da Alfabetização Científica dos estudantes de Ensino Médio. Para isto, a partir da revisão bibliográfica sobre o tema, elaboramos e aplicamos uma SEI para o ensino da Microbiologia em uma escola pública do Estado de Santa Catarina, a coleta dos dados ocorreu por meio de gravações de áudio e dos registros elaborados pelos alunos. Mediante a seleção de alguns registros escritos realizamos a análise por meio dos Indicadores de Alfabetização Científica e do modelo de construção de argumento proposto por Toulmin. De acordo com nossos dados, segundo os critérios citados anteriormente, é possível que a SEI tenha contribuído positivamente no processo de Alfabetização Científica.

**Palavras-chave:** Sequência de Ensino Investigativa. Microbiologia. Ensino Médio. Alfabetização Científica.

## ABSTRACT

The teaching of Microbiology in Biology textbooks ends up giving greater emphasis to the pathogenic aspects, even though the majority is not pathogenic, and because they are invisible organisms to the naked eye, the contents end up being worked in a decontextualized, abstract and almost exclusively theoretical way, due to the low availability of materials and the infrastructure of schools. Because of that, it is important that the teacher develop new didactic strategies that help students in the understanding of Microbiology and mainly contextualize the studied subjects with their everyday life. A possible approach to promote students' autonomy and critical sense through practices of scientific culture is by research teaching. Thus, it was developed a Sequence of Investigative Teaching (SIT), based on the works of the authors Anna Maria Pessoa de Carvalho and Lúcia Helena Sasseron, who aim to promote the Scientific Literacy of the students. The present work has the objective of analyzing the contributions of the SIT in the teaching of Microbiology for the promotion of Scientific Literacy of high school students. For this, based on the bibliographic review on the subject, it was elaborated and applied a SIT for the teaching of Microbiology in a public school in the State of Santa Catarina, the data collection was done through audio recordings and also through records elaborated by the students. Through the selection of some written records it was performed the analysis by Scientific Literacy Indicators and the argument construction model proposed by Toulmin. According to our data, based on the criteria mentioned above, it is possible that the SIT contributed positively to the process of Scientific Literacy.

**Keywords:** Investigative Teaching Sequence. Microbiology. High school. Scientific Literacy.



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivo geral .....	13
1.2 Objetivos Específicos .....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Um breve histórico: .....	15
2.1.1 O ensino da Biologia no Contexto Atual.....	18
2.2 O Ensino da Microbiologia .....	20
2.3 Alfabetização Científica .....	22
2.3.1 Alfabetizados cientificamente?.....	26
2.4 O uso da argumentação .....	29
2.5 Ensino por Investigação .....	35
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	39
3.1 Contexto da Pesquisa.....	39
3.2 Características da Escola .....	39
3.3 Perfil dos alunos .....	40
3.4 Análise dos dados .....	41
3.5 Fases da pesquisa.....	41
3.6 Elaboração da Sequência de Ensino Investigativa.....	41
4 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DA MICROBIOLOGIA.....	44
4.1 Quadro das atividades da SEI em Microbiologia .....	44
4.2 A descrição das atividades da SEI em Microbiologia .....	53
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
5.1 Discussão da aplicação da SEI .....	63
5.2 Análise dos Registros Escritos.....	76
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	94

## SUMÁRIO

REFERÊNCIAS .....	97
APÊNDICE A- Jogo de cartas da atividade 1 .....	104
APÊNDICE B- Ficha da atividade 6 para os alunos.....	107
ANEXO A- Termo de consentimento livre e esclarecido .....	110
ANEXO B- Termo de assentimento livre e esclarecido .....	114
ANEXO C- Mapas mentais produzidos na atividade 3 .....	118
ANEXO D- Perguntas do quizz da atividade 3 .....	119
ANEXO E: Protocolo do preparo do meio de cultura da atividade 4.....	123
ANEXO F- Infográficos produzidos na atividade 5 .....	124
ANEXO G- Texto utilizado na atividade 7 .....	125
ANEXO H- Textos utilizados na análise dos registros escritos.....	129

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo os autores Zompero e Laburú (2011) uma preocupação em estimular as atividades investigativas na educação científica surgiu ainda no século XIX, por meio da perspectiva *inquiry* denominada assim nos Estados Unidos e que teve influência do filósofo John Dewey. Aqui no Brasil de acordo com autores supracitados, esta abordagem é identificada nos Parâmetros Curriculares Nacionais de 1997, apesar disso, caminhamos a passos lentos no que diz respeito a implantação dessa abordagem de ensino, lá onde realmente se faz acontecer, a sala de aula. Podemos considerar como motivos dessa lentidão na concretização da abordagem investigativa, a carga horária exaustiva de muitos professores, a falta de infraestrutura nas escolas, a deficiência nas capacitações, o número reduzido de aulas em disciplinas específicas, etc. Na teoria, os documentos sobre a educação básica, mais recentemente a Base Nacional Comum Curricular relata a importância de um ensino pautado na Alfabetização Científica e capaz de assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2017 p. 321). E coloca como competência específica para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio “Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza...” (BRASIL, 2017 p. 560).

Contudo antes mesmo de iniciar o mestrado profissional em ensino de biologia (PROFBIO), sempre tive a inquietação de tornar as minhas aulas tanto no ensino fundamental ministrando ciências, quanto no ensino médio, ministrando aulas de biologia, um pouco mais dinâmicas, nunca me conformei com aulas excessivamente expositivas que acabam priorizando a passividade dos estudantes. Todavia em minhas leituras sobre o ensino de Ciências e Biologia encontrei o Ensino por Investigação, mas não compreendia completamente como colocar este tipo de abordagem em minhas aulas, pois achava que ao realizar uma atividade prática, onde os alunos seguem um roteiro e observam uma confirmação do resultado, estava ocorrendo uma investigação. Foi por meio do PROFBIO, que realmente compreendi o significado do ensino por investigação e o papel de mediação que deve ser realizado pelo professor, então aos poucos estou incorporando essa abordagem em minhas aulas e tenho ainda um caminho de aprendizagem sobre esta abordagem a trilhar.

Desde o início do mestrado tinha em mente essa temática para a produção da pesquisa do trabalho de conclusão, mas de uma maneira bastante superficial, nada concretizado. Com a

definição do orientador a ideia foi criando forma e surge a intenção de uma elaboração de sequência didática investigativa. Tendo como referencial os trabalhos das autoras Ana Maria Pessoa de Carvalho e Lúcia Helena Sasserón, então começo a mergulhar no ensino por investigação.

Na escola percebemos a cada dia, que os alunos estão cercados de informações que são veiculadas pela mídia em geral, muitas vezes trazendo questões polêmicas que dizem respeito ao conhecimento científico, mas que na prática acabam não sendo bem compreendidas pelos alunos ou ocorrendo interpretações equivocadas. É fundamental que a disciplina de biologia permita a esses alunos desenvolver a sua criticidade e capacidade de posicionar-se diante de tais informações que chegam de uma forma muito intensa devido ao avanço tecnológico dos dias atuais. Diante disso, adotamos neste trabalho o conceito de Alfabetização Científica (AC), que conforme a autora Sasserón (2015) “revela-se como a capacidade construída para análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento”.

A abordagem de ensino por investigação propicia aos estudantes alcançar a AC, pois esta se caracteriza no posicionamento do professor em promover o engajamento da turma com as discussões e a busca pela resolução de problemas, exercitando práticas e raciocínio de comparação, análise, e avaliação, muito usados na prática científica (SASSERÓN, 2015).

Segundo Zompero e Laburú (2016) as atividades investigativas podem promover a aprendizagem dos conteúdos conceituais, como também dos conteúdos procedimentais que abrangem a construção do conhecimento científico, pois estas atividades que podem ser de laboratório ou não, são significativamente diferentes das atividades experimentais ilustrativas, pois estas permitem aos alunos quando devidamente engajados, um papel intelectual mais ativo durante as aulas.

Ainda de acordo com as autoras Scarpa e Silva (2013), é interessante perceber durante a aplicação destas atividades a interação entre os estudantes e com objetos na resolução do problema e estimular a cooperação entre os integrantes do grupo e entre grupos, possibilitando que mesmo as crianças com dificuldades em aprender do jeito mais tradicional possam desenvolver significados durante as aulas de ciências.

O ensino de microbiologia muitas vezes acaba sendo trabalhado de uma forma descontextualizada e abstrata, por se tratar de seres microscópicos, o que pode dificultar o ensino desta temática (CASSANTI; et al., 2008). Contudo se forem utilizadas estratégias de

ensino que visem associar a microbiologia ao cotidiano e evidenciar a importância desses microrganismos para a vida das pessoas, a aproximação dos alunos com o universo da microbiologia pode ser favorecida, e por meio de uma abordagem investigativa ser possível buscar o engajamento dos mesmos, despertando a curiosidade e o prazer da investigação. Ainda é possível que sejam proporcionadas condições para que ocorram os processos de construção de conhecimento, de tomada de decisões e/ou de posicionamento, almejando-se a alfabetização científica.

Diante disso elaboramos como problema de pesquisa a seguinte questão: “Quais as contribuições que uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) pode promover no processo de Alfabetização Científica dos alunos do 2º ano do Ensino Médio para o ensino da microbiologia?”

### **1.1 Objetivo geral**

Nesta perspectiva definimos o seguinte objetivo geral: Explorar as contribuições de uma SEI no ensino da microbiologia para a promoção da Alfabetização Científica dos estudantes de Ensino Médio.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Na busca de respostas a esses questionamentos, elaborou-se os seguintes objetivos específicos;

- Construir uma sequência didática baseada no ensino por investigação;
- Aplicar a sequência que será elaborada no contexto formal de ensino;
- Fazer um estudo qualitativo dos resultados obtidos por meio da implementação da sequência didática;
- Evidenciar aos alunos a importância dos microrganismos, desconstruindo a visão unilateral de patogenicidade.

A presente dissertação foi estruturada em seis capítulos. Iniciando o primeiro capítulo apresenta a introdução com a questão problema desta pesquisa bem como sua justificativa, além de relatar o objetivo geral e os específicos deste trabalho. O segundo capítulo traz o referencial teórico que serviu como base e norteou este trabalho. Contempla um breve histórico do ensino de Ciências e Biologia no Brasil, além de informações referentes ao contexto atual do ensino da Biologia. Aborda também aspectos do ensino da Microbiologia bem como sua relevância no

Ensino Médio, além de discorrer sobre a Alfabetização Científica, o que é ser alfabetizado cientificamente, o uso da Argumentação e o Ensino por Investigação.

O terceiro capítulo se refere à metodologia de pesquisa adotada, sendo descrito as características da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, critérios utilizados para sua análise, características da unidade escolar em questão.

O quarto capítulo apresenta a SEI para o ensino da Microbiologia bem como um quadro resumo das atividades. O quinto capítulo apresenta os resultados e discussões sobre a aplicação da SEI e a análise dos registros escritos dos alunos. Por fim, a partir da análise dos registros foi possível estruturamos as considerações finais que são apresentadas no sexto capítulo, fazendo uma reflexão sobre o trabalho e identificando aspectos que destacam as contribuições da atividade desenvolvida e aspectos que poderiam ser repensados para uma nova aplicação da SEI ou um novo redesenho da mesma.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Um breve histórico:

Houve diferentes momentos do ensino da Biologia no Brasil nas últimas décadas e para refletirmos sobre a sua atualidade e propor melhorias no processo de ensino e aprendizagem, devemos ter como base os aspectos históricos, pois a educação é uma prática social e não podemos simplesmente ignorá-los (LONGHINI, 2012).

A década de 60 foi marcada por mudanças desencadeadas principalmente pelos avanços da biologia, a relevância do ensino de ciências como um fator de desenvolvimento, constatado nacional e internacionalmente, e a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 4024/61). Ocorrendo também mudanças nos conteúdos que tradicionalmente abordavam botânica e zoologia, inserindo uma maior diversidade, indo da ecologia e genética de populações até genética molecular e bioquímica (KRASILCHIK, 2008). Além disso, aconteceu o surgimento de movimentos nacionais e nos Estados Unidos com intuito de melhorar o ensino de ciências. Nesse momento houve uma forte influência dos educadores americanos no sistema educacional brasileiro (BORGES; LIMA, 2007).

O Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) foi uma iniciativa da comunidade de biólogos que contou com apoio governamental e da Fundação Nacional de Ciências norte-americana, com o intuito de reformar os conteúdos e métodos da disciplina Biologia. Aqui no Brasil o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) recebeu apoio do capital estrangeiro para produzir e difundir propostas de natureza experimental para o ensino de Ciências, produzindo materiais de ensino específicos para laboratório, produção de livros didáticos e também coordenou a tradução e a adaptação das versões azul e verde do BSCS. (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Com a reforma de 1971, por meio da Lei n. 5.692/71 promulgada em 11 de agosto, ocorreram mudanças estruturais como a criação do 1º e 2º grau em substituição do primário, ginásial e colegial. Já a resolução n.8 de dezembro 1971 recomenda que o Ensino de Ciências vise o pensamento lógico e a vivência do método científico. O Ensino de Ciências na década de 70 foi então marcado pela experimentação, pois a realização de aulas práticas foi considerada importante no método da redescoberta, sendo este um meio essencial para a transformação do ensino de ciências, pois os alunos realizavam pesquisas e vivenciavam os passos do método científico (LONGHINI, 2012).

Mas segundo, Krasilchik (2008) e Borges e Lima (2007) esse momento se apresenta bastante contraditório, pois embora os documentos oficiais dessem importância às disciplinas científicas, o período de ensino foi reduzido por força de um currículo tecnicista caracterizado por um perfil profissionalizante e continuou sendo desenvolvido de uma forma informativa, segmentada e teórica. Já no final dos anos 70 o cenário brasileiro foi marcado por uma crise econômica severa, que acarretou em uma preocupação com o desenvolvimento de habilidades científicas pelos estudantes, pois precisávamos enfrentar a “guerra tecnológica” travada pelas grandes potências econômicas, contudo pesquisas posteriores revelaram que os objetivos não foram alcançados, por não haver uma conexão entre a proposta e a formação dos docentes (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

O anseio por redemocratização, fez com que no início dos anos 80 a educação fosse compreendida como uma prática social e assim afirma Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010), o ensino de ciências poderia contribuir para a manutenção da situação vigente no país ou para a transformação da sociedade brasileira. Ainda segundo o autor houve um reconhecimento de que as atividades científicas seriam determinadas ideologicamente, pois estas eram construídas a partir do pensamento e da ação dos cientistas. Sendo assim, o ensino de ciências necessitaria também permitir aos estudantes a construção de uma visão crítica sobre diferentes situações.

De acordo com Longhini (2012) ainda na década de 80 as propostas educativas visavam possibilitar aos estudantes a vivência da investigação científica, fundamentada na conjectura da “didática da resolução de problemas”. Segundo Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010) as propostas educativas fundamentadas pelas teorias cognitivistas reiteravam a necessidade dos estudantes não serem receptores passivos de informações ou meros aprendizes, pois deveriam saber usar, questionar, confrontar e reconstruir os conhecimentos científicos.

Com a alteração da Lei 5.692/71 para Lei 7.044/82 eliminou-se a obrigatoriedade da oferta de “habilitações profissionais” e no 2º grau, Física, Química e Biologia seriam consideradas disciplinas. Em substituição a essa versão de 82, foi aprovada em dezembro de 1996 a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, lei n. 9.394 pela qual a Educação Básica é dividida em Educação Infantil, Ensino Fundamental I e II e Ensino Médio. No final dos anos 90 foram lançadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Médio DCNEM, contudo não foi suficiente para estabelecer uma nova organização para o Ensino Médio, pois os procedimentos metodológicos das três áreas do conhecimento (Linguagens e Códigos e suas Tecnologias, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências



Humanas e suas Tecnologias) não foram explicados claramente. Então, em 1999 ocorre a publicação dos PCN para o Ensino Médio (PCNEM) (LONGHINI, 2012).

De acordo com a autora Krasilchik (2008) a divulgação do PCN evidencia um esforço reiterado de implantar um currículo nacional, embora haja ressalvas informando que não é um “modelo curricular homogêneo e impositivo”.

O PCNEM (2000) afirma que no ensino da Biologia:

É essencial o desenvolvimento de posturas e valores pertinentes às relações entre os seres humanos, entre eles e o meio, entre o ser humano e o conhecimento, contribuindo para uma educação que formará indivíduos sensíveis e solidários, cidadãos conscientes dos processos e regularidades de mundo e da vida, capazes assim de realizar ações práticas, de fazer julgamentos e de tomar decisões (BRASIL, 2000, p. 20).

De forma complementar em 2002 foi publicado os PCN +, com o objetivo de estabelecer um diálogo direto com os professores e demais educadores da escola, reconhecendo seu papel central e insubstituível na condução e no aperfeiçoamento da educação básica, e assim diminuir a distância entre a proposição e a execução (PCN +, 2002).

Ainda na década de 2000, Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010) afirma que a educação científica deve destacar a necessidade de haver responsabilidade social e ambiental por parte de todos os cidadãos, todavia no ensino de Ciências as questões relacionadas à formação cidadã deveriam ser centrais. Na atualidade essa ideia de alfabetização científica infere a formação de cidadãos capazes de realizar escolhas conscientes e construir conexões entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

Com o objetivo de contribuir para o diálogo sobre a prática docente entre professores e escola, foi publicado em 2006 pelo Ministério da Educação, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. De acordo com esse documento a qualidade da escola é condição essencial de inclusão e democratização das oportunidades no Brasil, sendo que a institucionalização do ensino médio integrado à educação profissional rompeu com a dualidade que historicamente separou os estudos preparatórios para a educação superior da formação profissional e contribuirá na melhoria da qualidade nesta etapa final da educação básica.

Na conjectura atual sobre a reforma do Ensino Médio no país, há intensas discussões sobre a aprovação de uma Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC). O governo editou uma medida provisória 746/2016 sobre a reforma do Ensino Médio, contendo diversos pontos polêmicos, em 8 de fevereiro de 2017, o Senado aprovou a MP sob a forma de

Projeto de Lei de Conversão 34/2016 e foi sancionada em 2017. Somente em dezembro de 2018 ocorreu a aprovação e a homologação da base, o então Ministro da Educação, Rossieli Soares, homologou o documento. No entanto para que a aplicação da reforma aconteça, ainda resta a regulamentação pelos estados e municípios.

### **2.1.1 O ensino da Biologia no Contexto Atual**

Atualmente a Biologia vem ocupando um lugar de destaque na história da ciência por conta da abundância de informações originadas das recentes descobertas científicas, com destaque nas áreas de Genética e Biologia Molecular, que vem sendo disseminadas pelos meios de comunicação para o público em geral. Muitas vezes temas geradores de discussão como clonagem de órgãos, manipulação e utilização de células-tronco, organismos geneticamente modificados (também conhecidos como transgênicos) e pesquisa genômica tende a fazer com que a pessoas opinem e reflitam sobre aspectos benéficos, prejudiciais, éticos ou morais, relacionados ao uso dessas biotecnologias (PEDRANCINI et al., 2007).

O que se mostra controverso é o fato de que apesar de estarmos vivendo nessa era de intensas descobertas científicas e tecnológicas, a maioria da população não é capaz de manifestar sua opinião de uma forma fundamentada porque se sente despreparada e, isso constata que os conhecimentos adquiridos na escola muitas vezes não permitem aos sujeitos transporem o saber do senso comum (PEDRANCINI et al., 2008).

Nesse contexto, é necessário revermos o modo como esse conhecimento científico está sendo trabalhado nas escolas, pois há uma necessidade em formarmos indivíduos que possam ser capazes de assimilar esses conhecimentos e também estar aptos a tomar, de forma consciente, decisões referentes a esse tema.

Corroborando essa ideia a autora Krasilchik (2008) afirma que:

Admite-se que a formação biológica contribua para que cada indivíduo seja capaz de compreender e aprofundar as explicações atualizadas de processos e de conceitos biológicos, a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna, enfim, o interesse pelo mundo dos seres vivos. Esses conhecimentos devem contribuir, também, para que o cidadão seja capaz de usar o que aprendeu ao tomar decisões de interesse individual e coletivo, no contexto de um quadro ético de responsabilidade e respeito que leve em conta o papel do homem na biosfera (KRASILCHIK, 2008, p. 11).

Embora os assuntos pertinentes ao ensino da biologia sejam considerados de grande relevância e oportunizam um pleno exercício da cidadania, acabam sendo trabalhados de uma forma pouco significativa aos alunos. Muitas dessas informações transmitidas, não são processadas efetivamente pelos alunos e estes acabam por não interpretá-las e não são passíveis

de argumentação. Várias causas podem ser responsáveis por esse tipo de situação: a sobrecarga de conteúdo, o limitado tempo destinado a cada um deles, a seleção descontextualizada, o desconhecimento de como ocorre a aprendizagem, a falta de valorização dos conhecimentos prévios e dos questionamentos, a inexistência de aulas de experimentação, o desuso da pesquisa em sala de aula. Esse conjunto de fatores tende a contribuir com um ensino insignificante e sem relevância aos discentes (CAON, 2005).

Segundo Demo (2010) por não estar acostumado a buscar, a pensar, a interpretar questões e dar significado, o aluno exerce um papel passivo e simplesmente aceita a informação sem qualquer questionamento e, não se apropriando deste conhecimento, é incapaz de utilizá-lo. Ainda segundo o autor, a maneira como os conteúdos são trabalhados podem desestimular o estudante, pois ele precisa decorá-lo e memorizá-lo, mesmo que temporariamente, objetivando apenas aprovação naquela etapa de ensino.

De acordo com Teodoro (2017), esse ensino de Biologia recheada de nomenclaturas e conceitos que devem ser memorizados é oposta a uma formação crítica. A autora também aponta a fragmentação dos conteúdos como um facilitador da aprendizagem memorística (que logo será esquecida) em detrimento da aprendizagem significativa, pois não é apresentada aos alunos uma relação entre os assuntos abordados.

Um fator que merece destaque é em relação a quantidade de conteúdo abordados a nível de Ensino Médio em Biologia e segundo Carvalho, Nunes-Neto e El-Hani (2011):

Não é possível ensinar aos estudantes tanto conteúdo de forma pouco estruturada e em tão pouco tempo, e, ainda, esperar que eles construam uma compreensão do mundo vivo que seja significativa, estruturada, e poderosa em termos heurísticos e explicativos. É necessário, pois, reduzir o conteúdo de biologia no ensino médio. Em outras palavras, precisamos almejar objetivos que sejam, ao mesmo tempo, mais modestos, em relação à quantidade de conteúdos, mas potencialmente mais poderosos, no que tange à construção, pelos estudantes, de uma compreensão do mundo vivo que possa informar sua ação e tomada de decisão cotidianas (CARVALHO; NUNES- NETO; EL-HANI, 2011, p. 68).

Os temas abordados em Biologia, como os relacionados ao meio ambiente, seres vivos, fisiologia e anatomia humana, já despertam o interesse dos estudantes (CAON, 2005). Como demonstra o trabalho de Fialho (2013), em que 65% dos alunos disseram gostar dos assuntos de Biologia, pois estão relacionados aos seres vivos, ao nosso cotidiano e são interessantes, fato também confirmado no trabalho de Scheley et al. (2014) em que 69% dos alunos também disseram gostar de Biologia. Cabe a nós, professores, planejarmos e orientarmos atividades em

que os alunos possam usufruir dessa curiosidade e, assim, permitir o desenvolvimento de uma aprendizagem capaz de propiciar a resolução de problemas, a autonomia, a criticidade e a capacidade de argumentação. A autora Krasilchik (2008), destaca que a biologia pode ser uma das disciplinas mais relevantes e merecedoras da atenção dos alunos ou uma das disciplinas mais insignificantes e pouco atraentes, dependendo do que for ensinado e de como isso for feito.

## **2.2 O Ensino da Microbiologia**

Dentro dos campos de estudo da Biologia, a área da Microbiologia tem destaque na atualidade, devido às inúmeras contribuições em benefício da humanidade, seja na área da saúde, na agricultura, na indústria, no meio ambiente ou na biotecnologia (CANDIDO et al., 2015). De acordo com Jacobucci e Jacobucci (2009) a Microbiologia que habita o imaginário das pessoas está frequentemente associada às doenças em geral, devido à grande mídia televisiva e escrita no Brasil, que prioriza a divulgação sobre microrganismos patogênicos.

No próprio cotidiano dos discentes, comentários a respeito de doenças graves causadas por bactérias, podem acabar enfatizando e conduzindo a interpretações que esses seres, sejam responsáveis somente por prejuízos ao homem. Atrelado a isso, as propagandas de alguns produtos de limpeza reforçam constantemente a sua eficácia contra as bactérias, promovendo a sua eliminação e também enfatizam aos telespectadores, sobre a existência desses seres nos mais diversos lugares do nosso dia a dia e o risco que isso possa oferecer para nós seres humanos. Dessa maneira, essas concepções influenciam na construção de conhecimento científico e também o distanciam do importante papel desempenhado pelos microrganismos (AZEVEDO; SODRÉ, 2014).

A Microbiologia aborda na maior parte de suas pesquisas, organismos microscópicos unicelulares. Fazem parte do estudo da Microbiologia os seguintes reinos: Monera, Protista e Fungi (segundo a classificação modificada de Whittaker de 1979). Apesar de serem lembrados por sua patogenicidade, a maioria desses organismos não são causadores de doenças, sendo responsáveis por realizar alterações no ambiente que são essenciais para a manutenção da vida na Terra (OVIGLI; SILVA, 2009). Embora, esse conteúdo nos livros didáticos de Biologia esteja comumente relacionado as doenças, com pouca ou nenhuma informação sobre os benefícios da microbiota aos ecossistemas (VILAS BOAS; MOREIRA, 2012).

De acordo com Barberán et al. (2016) devido ao fato dos micróbios serem invisíveis a olho nu, isso dificulta a apreciação de sua enorme diversidade e do seu papel ecológico. Como consequência dessa ignorância microbiana, alguns fatos são pouco reconhecidos sobre a

importância dos micróbios e fundamentais para compreender o funcionamento da Terra como um sistema ecológico. O autor cita os seguintes fatos:

- A vida na Terra é e sempre foi predominantemente microbiana;
- Os ciclos globais (e.g. ciclo do enxofre, ciclo do carbono e etc.) são fundamentalmente controlados por uma capacidade metabólica extraordinária dos microrganismos;
- Bactérias e Archaeas armazenam 75% do carbono armazenado em todas as plantas, e cerca de 10 vezes mais nitrogênio e fósforo do que as plantas;
- Toda planta ou animal abriga micróbios, e esses micróbios frequentemente são críticos para a saúde e a sobrevivência do hospedeiro.

Segundo Cassanti et al. (2008), apesar dos microrganismos serem parte importante do nosso dia-a-dia, não podemos percebê-los, o que pode tornar o ensino da microbiologia extremamente abstrato para os alunos e a falta de conexão com o nosso cotidiano dificulta o aprendizado. De acordo com, Azevedo e Sodré (2014) quando assuntos essencialmente microscópicos são apresentados de uma forma completamente teórica,   comum que os alunos não consigam atribuir um significado ou importância, se valendo muitas vezes da memoriza o do conteúdo, mas sem de fato aprendê-lo. Ao propiciar essa abordagem tradicional, por meio da qual os alunos acabam decorando vários nomes e conceitos sem que de fato faça sentido para eles e nem saibam como aplicar essas informa es em sua realidade, estamos favorecendo e fomentando a resistência e o desinteresse que muitos discentes apresentam quando o assunto   Biologia. A inter-rela o entre sala de aula e cotidiano, segundo Albuquerque, Braga e Gomes (2012) realizada pelo professor, pode permitir aos estudantes entender o porquê do conteúdo que estão estudando e possibilitar que conceitos antes memorizados, passem a fazer parte de suas vidas.

Ter significado, essa palavra parece ter uma importância grandiosa no processo de constru o do conhecimento. Mas como fazer com que o ensino de um conteúdo tão abstrato como a Microbiologia seja abordado de uma forma significativa aos estudantes?

A aprendizagem significativa envolve a constru o de novos significados e um material   potencialmente significativo se transformar o significado lógico de determinado material em significado psicológico, ou seja, a nova informa o será adicionada na estrutura cognitiva do aprendiz, utilizando o seu modo particular de fazer isso, sendo que o conhecimento anterior

será alterado e o novo conhecimento também, devido a maneira peculiar de como será a absorção do aprendiz. Em uma aprendizagem significativa é possível utilizar esse conhecimento em contexto diferente daquele em que ela se efetivou (TAVARES, 2008,2010).

Reconhecendo que a vida na Terra deixaria de existir sem microrganismos, os educadores têm um desafio em educar os nossos futuros cidadãos sobre não apenas o papel de microrganismos na saúde humana, mas também o maior papel dos microrganismos na ecologia da Terra (BARBERÁN et al., 2016)

### **2.3 Alfabetização Científica**

O ensino de Ciências passou por vários movimentos de renovação, evoluindo para uma concepção interdisciplinar, principalmente quando passa a ponderar um enquadramento da pesquisa científica e suas respectivas consequências no âmbito social, político e cultural. Dentro do contexto econômico, posteriormente a Guerra fria, os países passaram a competir por uma hegemonia tecnológica vinculada ao desenvolvimento científico. As mudanças políticas que levaram a democratização de vários países, careciam de capacitação dos cidadãos para distinguir entre os benefícios originados pelo avanço tecnológico e os riscos provocados por essas transformações. Contudo, para isso, é necessário que o cidadão seja capaz de participar de decisões que afetam diretamente a sua vida, porém, precisa ter uma base fundamentada com informações que o torne apto para analisar e discutir tais situações (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007).

De acordo com PCN+ (2002), um dos desafios do ensino da Biologia, é justamente a formação do indivíduo com um sólido conhecimento nesta área e com um raciocínio crítico, pois a população, mesmo diante de propagandas e campanhas, e dos mais diferentes meios de informação, ainda se sente pouco confiante para opinar sobre assuntos que estão diretamente relacionados com a sua vida, como por exemplo o uso de transgênicos, a clonagem, a reprodução assistida, etc. Também percebemos que os nossos alunos, convivem com uma quantidade muito grande de informações vinculadas pelas mídias, e que muitas vezes para haver uma real entendimento é necessária a compreensão dos conhecimentos científicos.

Para buscar um entendimento significativo nesses assuntos é imprescindível que as escolas possam ser espaços que favoreçam discussões que possibilitem aos educandos uma compreensão dessas temáticas que fazem parte do cotidiano de todos. Nesse sentido as aulas de Biologia podem ser uma excelente oportunidade de permitir uma leitura do mundo capaz de

questionar as realizações científicas e tecnológicas bem como suas relações com a sociedade, fazendo uso de argumentos para mostrar seu ponto de vista e convencimento.

Dentro desta perspectiva podemos abordar um ensino que visa a Alfabetização Científica. Diversas pesquisas sobre Alfabetização Científica estão sendo realizadas em todo o mundo e de acordo com o a revisão bibliográfica das autoras Sasseron e Carvalho (2011a) existe uma variação deste termo de acordo com a tradução realizada, os autores de língua espanhola utilizam a expressão “Alfabetización Científica”, já os autores da língua inglesa usam o termo “Scientific Literacy” e nas publicações francesas a expressão usada é “Alphabétisation Scientifique”. Ainda de acordo com as autoras, no Brasil temos problemas com as traduções destes termos, pois as expressões francesa e espanhola são traduzidas como “Alfabetização Científica” e a de origem inglesa “Letramento Científico” e existem ainda aqueles que utilizam o termo “Enculturação Científica”. Apesar da variedade de termos utilizada por diferentes autores no Brasil, é possível verificar que os objetivos para o Ensino de Ciências registram a intenção de formação capaz de promover condições para que os temas e situações envolvendo ciências sejam analisados à luz do conhecimento científico (SASSERON, 2015).

Diante desta diversidade de expressões adotaremos neste trabalho o termo Alfabetização Científica embasado nas ideias de Sasseron e Carvalho (2011a), pois a utilização desse termo consiste em:

(...) designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON; CARVALHO, 2011a, p. 61).

Ainda segundo Giroux (2011):

Como ideologia a alfabetização devia ser encarada como uma construção social que está sempre implícita na organização da visão de história do indivíduo, o presente e o futuro; além disso, a noção de alfabetização precisava alicerçar-se num projeto ético e político que dignificasse e ampliasse as possibilidades de vida e de liberdade humanas. Em outras palavras, a alfabetização, como construto radical, devia radicar-se em um espírito de crítica e num projeto de possibilidade que permitisse às pessoas participarem da compreensão e da transformação de sua sociedade. Como domínio de habilidades específicas e de formas particulares de conhecimento, a alfabetização devia tornar-se uma precondição da emancipação social e cultural (GIROUX, 2011, p. 30)

Corroborando esta ideia, Chassot (2003) afirma que ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza e aquele incapaz de uma leitura do universo é um analfabeto científico. Ainda de acordo com o referido autor, a Alfabetização Científica pode ser útil para potencializar estratégias que privilegiam uma educação mais comprometida e possibilitem aos alunos, ao entenderem ciências, possam compreender melhor as manifestações do universo, por meio de uma leitura facilitada do mundo em que vivem e também percebessem a necessidade de transformá-lo, preferivelmente, em algo melhor.

O conceito de Alfabetização Científica se mostra bastante complexo e para alguns estudiosos possui tendências diferentes sendo indispensável a sua compreensão em várias situações (SASSERON; CARVALHO, 2011). Conforme a classificação proposta pelo autor Rodger Bybee, em seu artigo “Achieving Scientific Literacy” de 1995 aborda as denominadas dimensões da Alfabetização Científica: Funcional, conceitual e procedimental e a multidimensional, essas categorias centram-se nos processos de incorporação de conhecimento científico que ocorrem em sala de aula. Bybee (1995 apud SASSERON; CARVALHO, 2011a, p. 63).

A “alfabetização científica funcional” tem como objetivo o aprendizado de conceitos e vocabulários próprios das ciências, permitindo aos alunos perceber que a Ciência se utiliza de palavras apropriadas e adequadas. Muitas vezes os docentes acabam priorizando esta dimensão da Alfabetização Científica, destacando um grande número de conceitos, porém é necessária uma abordagem contextualizada para serem compreendidos de forma significativa. Na categoria “alfabetização científica conceitual e procedimental” espera que os alunos percebam a relação existente entre as informações e fatos sobre a ciência e tecnologia incluindo o conhecimento sobre os processos e ações que fazem da Ciência um dos caminhos para o conhecimento. A união destas categorias, com o conhecimento do vocabulário das ciências e saber utilizá-lo de forma apropriada, demonstrando capacidade de adquirir e de explicar conhecimentos, além de, principalmente aplicá-los em seu cotidiano, constitui a chamada “alfabetização multidimensional” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; SASSERON; CARVALHO, 2011a).

Os avanços acelerados na área científica e tecnológica exigem cada vez mais que os cidadãos sejam capazes de analisar estas informações e compreender a importância das mesmas para a sociedade, bem como entender a realidade à sua volta. Desta forma é preciso promover um ensino que vise a Alfabetização Científica, pois esta se revela como uma competência para a análise e a avaliação de situações que resultem em um posicionamento com a tomada de



decisões. Alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimento científico (SASSERON, 2013). Contudo possibilitar o desenvolvimento dessa alfabetização requer uma conciliação entre a cultura científica e a cultura escolar. Desta forma as abordagens investigativas e a argumentação podem ser instrumentos facilitadores na promoção da Alfabetização Científica e também útil nessa conformidade, pois ambas são elementos da cultura científica e podem ser utilizadas como meio de desenvolver o entendimento sobre as ciências, considerando a cultura escolar (SASSERON, 2015).

De acordo com Motokane (2015) a biologia ensinada nas escolas ficou caracterizada pela quantidade excessiva de terminologias e descrições exaustivas, contribuindo para a percepção de ciência pronta e acabada. Atualmente, um dos principais objetivos do ensino de Ciências é preparar o cidadão para pensar sobre questões que exigem um posicionamento e que são muitas vezes conflituosas (TRIVELATO; SILVA, 2012).

Muitas vezes os alunos não são ensinados como fazer conexões críticas entre os conhecimentos sistematizados pela escola com os assuntos de suas vidas, cabe aos professores mostrar aos seus alunos que a Ciência não está separada de sua realidade e por meio da elaboração de estratégias, permitir aos educandos aplicar estes conceitos científicos básicos em situações de seu cotidiano (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Promover a Alfabetização Científica pode ser um meio para se atingir esse objetivo, pois um ensino baseado na supervalorização de conceitos ou memorização dos mesmos não condiz com a formação de indivíduos participativos, autônomos e capazes de solucionar problemas, de tomar decisões e assumir um papel de responsabilidade frente a assuntos de conhecimento científico, tecnológico, social e ambiental.

Com a Conferência Mundial sobre Ciência para o século XXI, foi produzida a “Declaração sobre a Ciência e o Uso do Saber Científico”, também chamada de “Declaração de Budapeste”. Assinado em Budapeste em 1999, o documento ressalta a necessidade dos países utilizarem o conhecimento científico de maneira responsável e destaca a importância das pessoas adquirirem um conhecimento mais profundo sobre a natureza e seus fenômenos:

A educação em ciência em sentido amplo, sem discriminação e abrangendo todos os níveis e modalidades, é um requisito fundamental da democracia e também do desenvolvimento sustentável (...). Mais do que nunca, é necessário desenvolver e expandir a informação científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, como também a capacidade e as técnicas de raciocínio e a apreciação dos valores éticos, de modo a ampliar a participação pública nos processos decisórios relacionados à aplicação de novos conhecimentos. (BUDAPESTE, 1999, p. 34).

A participação dos cidadãos na tomada de decisões é hoje um fator positivo, contudo, necessita de um mínimo de formação científica para tornar possível a compreensão dos problemas e das opções e, assim, garantir a aplicação do princípio de precaução diante de simplificações do desenvolvimento que ofereçam riscos às pessoas ou ao meio ambiente (CACHAPUZ et al., 2005).

### **2.3.1 Alfabetizados cientificamente?**

É notória a necessidade de um ensino que vise a formação de cidadãos alfabetizados cientificamente, contudo o que vem a ser “alfabetizados cientificamente”? O que isso significa? Como saber se o ensino está propiciando esta formação científica?

Em seu artigo Hurd (1998, apud SASSERON, 2008 p. 19) coloca que além de habilidades de leitura e de escrita bem desenvolvidas, também é importante considerar outros aspectos tais como: Reconhecer que quase todos os fatos da vida foram influenciados de um modo ou de outro pela ciência e tecnologia; detectar as maneiras pelas quais as pesquisas científicas são feitas; utilizar o conhecimento científico apropriado para tomada de decisões; distinguir a ciência da pseudociência; reconhecer pesquisadores científicos como produtores de conhecimento científico; saber como analisar e processar informações para gerar conhecimento; reconhecer que os conceitos, leis e teorias da ciências não são imutáveis; reconhecer que a economia global é enormemente influenciada pelos avanços na ciência e tecnologia; reconhecer que os problemas científicos-sociais são geralmente resolvidos de forma colaborativa e não individualmente.

Corroborando esta ideia, o autor Fourez (1994, apud SASSERON, 2008, p. 27) também destaca algumas habilidades para considerarmos uma pessoa alfabetizada cientificamente: Utiliza os conceitos científicos e sabe tomar decisões responsáveis em seu dia-a-dia; compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade; reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano; aprecia as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam; faz distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal; compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações; extraia da formação científica uma visão de mundo mais rica e

interessante; conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões.

Por meio de uma revisão realizada sobre Alfabetização Científica as autoras Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2008) percebem que diferentes autores listam diversas habilidades consideradas necessárias entre os alfabetizados cientificamente, incluindo os autores supracitados, e este foi o ponto de partida para organização dessas habilidades em três blocos denominados “Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica”, embora houvessem diferentes listas de habilidade percebe-se que há convergências entre as diversas classificações. Para as autoras estes eixos são capazes de nortear a elaboração e o planejamento de propostas que visem a Alfabetização Científica. Estão estruturados nos seguintes eixos:

O primeiro destes três eixos estruturantes refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e concerne na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia.

O segundo eixo preocupa-se com a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. Reporta-se, pois, à ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Com vista para a sala de aula, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, este eixo fornece-nos subsídios para que o caráter humano e social inerente às investigações científicas sejam colocados em pauta. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão.

O terceiro eixo estruturante da AC compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Trata-se da identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. O trabalho com este eixo deve ser garantido na escola quando se tem em mente o desejo de um futuro sustentável para a sociedade e o planeta. (SASSERON, 2008, p. 65; SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 335)

Do ponto de vista das autoras a Alfabetização Científica é um processo constante, assim como a própria ciência, estando em frequentes modificações e construções. Assim os indicadores podem mostrar se e como estas habilidades estão sendo trabalhadas.

Os indicadores estão arranjados em três grupos, em um dos grupos relacionam-se especificamente ao trabalho com os dados obtidos em uma investigação.

**A seriação de informações** está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa. Não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar.

**A organização de informações** surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado. Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias são lembradas.

**A classificação de informações** aparece quando se busca estabelecer características para os dados obtidos. Por vezes, ao se classificar as informações, elas podem ser apresentadas conforme uma hierarquia, mas o aparecimento desta hierarquia não é condição *sine qua non* para a classificação de informações. Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos com os quais se trabalha (SASSERON, 2008, p. 67).

Em outro grupo de indicadores estão compreendidas dimensões relacionadas à estruturação do pensamento e formação de uma ideia lógica e objetiva. Neste grupo estão presentes os seguintes indicadores:

o **raciocínio lógico** compreendendo o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relaciona-se, pois, diretamente com a forma como o pensamento é exposto. E o **raciocínio proporcional** que, como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas (SASSERON, 2008, p. 67).

No último grupo estão os indicadores ligados à procura do entendimento da situação analisada. Fazem parte deste grupo os seguintes indicadores:

**O levantamento de hipóteses** aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta.

**O teste de hipóteses** trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.

**A justificativa** aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura.

**O indicador da previsão** é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.

**A explicação** surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões (SASSERON, 2008, p. 68).

## 2.4 O uso da argumentação

Diversas pesquisas sobre ensino aprendizagem em Ciências mostram a importância das interações discursivas durante as aulas e isso tem sido objeto de estudo de diversos autores. Numa perspectiva sociocultural o professor tem o papel de mediador entre a cultura científica, representada por ele, e a cultura do cotidiano, representada pelos estudantes (CAPPECHI, 2016).

De acordo com Sasseron (2013), em sala de aula as interações discursivas devem ser promovidas pelo professor, porém o objetivo deve estar muito claro para o professor para que não se torne uma conversa banal e, para isso, devem-se fazer perguntas, propor problemas e questionar os comentários e informações trazidos pelos alunos.

Segundo Vieira e Nascimento (2013), a opinião pode ser entendida como um ponto de vista possível, sendo que a confrontação de pontos de vista leva à produção de argumentos que os justifiquem, caracterizando assim o argumento como um procedimento de justificar uma certa opinião visando a aceitação de um público. O termo “argumentação” é usado para designar o discurso em sala de aula. Segundo as autoras Sasseron e Carvalho (2008) a argumentação é todo e qualquer discurso em que o aluno e o professor manifestam suas opiniões, descrevem ideias, apresentam hipóteses, justificam ações e explicam os resultados alcançados.

Estimular o uso da argumentação em sala pode ser um facilitador na tomada de decisões, onde o aluno se sentirá estimulado a defender sua ideia e também a respeitar as opiniões do grupo, além de promover o desenvolvimento da autoconfiança e a capacidade de relacionar dados, chegar a conclusões, sendo que ao construir o seu argumento estará desenvolvendo estratégias de raciocínio, que conseqüentemente o conduziram para a aprendizagem (SASSERON; CARVALHO, 2011(b); CAPECCHI, 2016).

Corroborando esta ideia Vieira e Nascimento (2013) afirmam que a prática argumentativa está associada a possibilidade de os estudantes desenvolverem a autonomia em tomadas de decisões conscientes, em que possam assumir papel ativo na autorregulação de suas ações permitindo a maior autonomia, cujo o desenvolvimento é um dos principais objetivos para a educação em Ciências. Ainda segundo os autores podemos destacar as seguintes características formadoras associadas à argumentação:

- 1) Potencial para desenvolver compreensões conceituais e epistêmicas dos estudantes;
- 2) Possibilidade de os estudantes construírem afirmações baseadas em evidências, podendo refletir e criticar suas próprias afirmações e as dos colegas;
- 3) Argumentação

em salas de aula é publicamente reconhecível; assim, o pensamento dos estudantes pode ser avaliado pelo professor e por seus colegas; 4) Por meio da articulação de afirmações baseadas em evidências, discurso crítico e reflexão, processos cognitivos de ordem superior podem ser desenvolvidos (VIEIRA ; NASCIMENTO, 2013, p. 16).

No Brasil as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, apontam que:

Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Uma formação com tal ambição exige métodos de aprendizado compatíveis, ou seja, condições efetivas para que os alunos possam:

- comunicar-se e argumentar;
- defrontar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los; • participar de um convívio social que lhes dê oportunidades de se realizarem como cidadãos;
- fazer escolhas e proposições;
- tomar gosto pelo conhecimento, aprender a aprender

(BRASIL, PCN +, 2002, p. 09).

Com base nesta concepção percebemos a importância da capacidade de argumentar como uma competência imprescindível para a formação do cidadão e também no desenvolvimento de sua autonomia e poder de criticidade necessários para a construção do conhecimento almejando uma alfabetização científica. De acordo com Del Corso (2015) a argumentação é uma estratégia que colabora na aquisição da linguagem científica e possibilita desenvolver nos estudantes uma capacidade de raciocinar e discutir sobre problemas científicos e sócio científicos.

A sala de aula é um importante espaço que permite as discussões entre alunos e entre alunos e professor, proporcionando a identificação das ideias dos alunos e também proporcionando a geração de conflitos cognitivos bem como a sua superação, pois nestas situações os estudantes precisam buscar razões para dar sustentação a suas ideias bem como construir novas explicações devido ao conflito gerado envolvendo comparações entre suas opiniões com aquelas emitidas por seus colegas (CAPPECHI, 2016).

Com base em estudos da autora Sasseron (2013) e Ferraz e Sasseron (2017) existem duas grandes esferas da atuação dos professores necessárias para o desenvolvimento da argumentação em sala de aula: os propósitos pedagógicos e epistêmicos. Os propósitos pedagógicos dizem respeito as ações em sala de aula que contribuem para o desenvolvimento no espaço e tempo de uma aula.

**Quadro 1- Propósitos e ações pedagógicas do professor para promover a argumentação.**

Propósitos e ações pedagógicas do professor para promover argumentação	
Propósitos pedagógicos	Ações pedagógicas
Planejamento da atividade	Definição de objetivos, organização de materiais necessários e preparação do cronograma.
Organização da atividade	Divisão de grupo espaço e/ou tarefas, organização do espaço, distribuição de materiais, limite de tempo.
Ações disciplinares	Proposição clara das atividades e das ações a serem realizadas, atenção ao trabalho dos alunos, ações disciplinares.
Motivação	Estímulo à participação, acolhida das ideias dos alunos.

Fonte: SASSERON, 2013.

Os propósitos epistêmicos estão ligados diretamente com a construção de um argumento científico.

**Quadro 2- Propósitos epistêmicos para promoção da argumentação.**

Propósito epistêmico	Descrição	Ações típicas
Retomar	Levantamento de dados, informações e situações que já foram trabalhados em outros momentos.	Retoma informações Retoma dados Retoma conceitos
Problematizar	Proposições que tornam o objeto em estudo passível de ser investigado pelos alunos.	Propõe um problema Problematiza uma situação
Explorar	Busca a construção de melhor entendimento sobre diferentes hipóteses e explicações emitidas pelos alunos.	Explora ponto de vista Explora condições de investigação
Qualificar	Ocorre quando o professor classifica e/ou avalia informações trazidas a discussão pelos alunos, tais como dados, variáveis, explicações, etc.	Qualifica variáveis ou fenômenos Qualifica explicações Qualifica pontos de vista

		Qualifica contexto de investigação
Sintetizar	Organização de informações e explicações trazidas pelos alunos com o intuito de sistematizar ideias e continuar ou encerrar o curso da investigação.	Sintetiza informações Sintetiza explicações

Fonte: FERRAZ; SASSERON, 2017.

Segundo Viera e Nascimento (2013), toda argumentação pressupõe a presença de contraposição de ideias e justificações, como em sala de aula sempre dirigimos a nossa fala para um auditório real, podemos considerar “contraposição” e “justificações” como marcadores para situações argumentativas e esses marcadores devem ser capazes de permitir diferenciar argumentação de explicação, além de garantir a presença de características pertinentes à argumentação.

Com base em ampla revisão de literatura os autores Viera e Nascimento (2013), elencaram as seguintes características inerentes à argumentação:

- A persuasão: É garantida pelos dois marcadores, pois quando justificamos uma opinião que está em contraposição com outras é porque desejamos que ela seja aceita.
- A disputa: É garantida pelo marcador das justificações, pois quando uma primeira opinião entra em conflito com uma segunda opinião conforme são colocadas as justificativas à primeira que a tornem melhor ou mais aceitável que a concorrente.
- Certo grau de simetria entre os interlocutores: É garantida pelos dois marcadores, se lembrarmos que, se justificamos uma opinião em contraposição com outra, é porque nos sentimos desafiados pelos argumentos alheios e se isso ocorre, é porque reconhecemos que a opinião do outro é digna de ser considerada para a finalidade de ponderação.
- Presença de mais de uma opinião: O marcador da contraposição garante que há mais de uma opinião em jogo: uma opinião só pode ser contraposta se houver pelo menos, mais uma opinião em jogo.
- Justificativas para as opiniões: Evidentemente o marcador Justificações garante que existem justificativas para as opiniões (VIEIRA; NASCIMENTO, 2013, p. 37).

A análise das argumentações não é um consenso entre os pesquisadores da área. Mas não podemos deixar de considerar o padrão de Toulmin (2006), apesar de não ter sido criado especificamente para a área da educação, tem sido utilizado por diversos pesquisadores sobre interações discursivas em aulas de ciências (VIEIRA; NASCIMENTO, 2013; SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2011; FERRAZ; SASSERON, 2017).

A obra do autor Toulmin “Os Usos do Argumento” originalmente publicada em 1958, tem o objetivo de discutir e entender se há, e quais são os modos capazes de criticar e avaliar

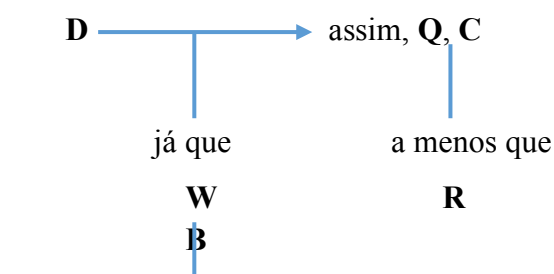


uma dada asserção. Para isso Toulmin elaborou o seu *layout dos argumentos* que compreende um padrão estrutural onde o argumento pode ser enquadrado, esse modelo é conhecido na literatura como o Padrão de Argumento de Toulmin (TAP- *Toulmin's Argument Pattern*) (FERRAZ, 2015).

Este padrão permite a identificação de elementos básicos que compõem um argumento quando das relações entre os mesmos, estes elementos fundamentais são: a conclusão (C), que são os fatos cujos méritos procuramos estabelecer; o dado (D), que são os fatos aos quais recorreremos como fundamentos para a alegação; e a garantia (W), que estabelece a relação entre os dados e a conclusão, podendo ser regras ou princípios, mas não devem ser informações novas, sendo portanto de natureza hipotética e geral (TOULMIN, 2006). Ainda segundo o autor é necessário perguntarmos se há diferença entre dados e garantia, pois se estivermos trabalhando apenas com testes gramaticais, a distinção pode parecer impossível.

É provável apresentar argumentos com base nesses elementos, cuja estrutura básica é “a partir de um dado D já que W, então C”, entretanto para que o argumento seja completo, podemos especificar em que condições a conclusão é válida ou não, utilizando um qualificador modal (Q) para qualificar a conclusão, ou seja, especificações necessárias para que determinada conclusão seja considerada válida, via de regra, este qualificador modal é um advérbio que dá aval à conclusão obtida. De modo semelhante, também é possível especificar em que condições a garantia não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão, diante disso, é apresentada uma refutação (R) da garantia (TOULMIN, 2006; CAPPECHI, 2016; VIEIRA; NASCIMENTO, 2013).

**Figura 1- Padrão de argumento segundo Toulmin.**



Fonte: TOULMIN, 2006, p. 150.

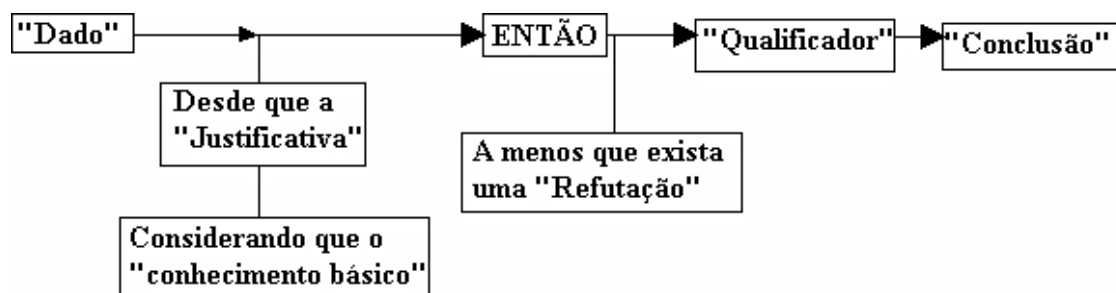
Ainda de acordo com os autores supracitados, a garantia de inferência é “ponte” entre dado e conclusão, sendo que os qualificadores e as refutações dão o limite de atuação de determinada garantia, sendo agentes complementares dessa “ponte”. Além dos elementos

citados, a garantia de inferência pode ser apoiada em uma alegação categórica baseada em uma lei, ou autoridade, por exemplo. Trata-se então, de uma alegação que dá suporte a garantia de inferência e pode ser denominado apoio (B), ou conhecimento básico.

Esse padrão coloca a argumentação em uma célula composta de seis elementos lógicos. Primeiro uma conclusão (C), que é afirmada sobre a base de um dado (D). Esse passo argumentativo é autorizado por uma lei de passagem (G), ela mesma retirada de um conhecimento de base ou apoio (A). A refutação (R) especifica as condições que invalidam essa passagem. Considerando os “pesos” dos elementos restritivos (refutação) e justificatórios (garantia e apoio), o qualificador (Q) atenua ou reforça o *status* da conclusão considerada (VIEIRA; NASCIMENTO, 2013, p. 60).

Podemos compreender melhor a estrutura do padrão de Toulmin (2006) com a representação a seguir:

**Figura 2- Estrutura completa do modelo Toulmin.**



Fonte: SASSERON, 2008, p. 54.

De acordo com Cappechi (2016), o padrão de Toulmin é uma ferramenta poderosa para a compreensão da argumentação do pensamento científico, pois é capaz de apresentar a relação entre dados e conclusões por meio de justificativas, além de destacar as limitações de cada teoria, assim como sua sustentação em outras teorias. Utilizando os qualificadores ou as refutações é possível compreender o papel dos modelos na ciência e a capacidade de reflexão diante de diferentes teorias a partir das evidências apresentadas por cada uma delas.

Segundo as autoras Sasseron e Carvalho (2011b) existe uma relação muito intensa entre o surgimento e o uso dos indicadores de AC e o padrão de argumentação de Toulmin (2006), pois podemos observar que o trabalho com as **informações** (organização, seriação e classificação) objetiva evidenciar o *conhecimento básico* que dará suporte as argumentações feitas pelos alunos, já o *dado* citado por Toulmin está relacionado com o **levantamento de hipóteses** que propiciam discussões acerca da ideia proferida; a *conclusão* está diretamente

relacionada com a explicação e esta por sua vez relaciona-se com a hipótese levantada; o uso do indicador **justificativa** pode ser comparado com o uso de *garantias* no padrão e pode também ser tomado como uma apresentação de condição de refutação; os *qualificadores modais* são comparáveis as **previsões** nos indicadores que se referem a hipótese. Desta maneira os IAC se relacionam com os componentes do TAP permitindo compreender como ocorre o processo argumentativo durante a realização de uma atividade de investigação, contribuindo com as análises e as interpretações das argumentações.

## 2.5 Ensino por Investigação

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (2013):

É necessário que a pesquisa como princípio pedagógico esteja presente em toda a educação escolar dos que vivem/viverão do próprio trabalho. Ela instiga o estudante no sentido da curiosidade em direção ao mundo que o cerca, gera inquietude, possibilitando que o estudante possa ser protagonista na busca de informações e de saberes, quer sejam do senso comum, escolares ou científicos. Essa atitude de inquietação diante da realidade potencializada pela pesquisa, quando despertada no Ensino Médio, contribui para que o sujeito possa, individual e coletivamente, formular questões de investigação e buscar respostas em um processo autônomo de (re)construção de conhecimentos. A prática de pesquisa propicia o desenvolvimento da atitude científica, o que significa contribuir, entre outros aspectos, para o desenvolvimento de condições de, ao longo da vida, interpretar, analisar, criticar, refletir, rejeitar ideias fechadas, aprender, buscar soluções e propor alternativas, potencializadas pela investigação e pela responsabilidade ética assumida diante das questões políticas, sociais, culturais e econômicas (BRASIL, 2013, p. 164).

Permitir o desenvolvimento da criticidade do cidadão é torna-lo capaz de formar sua própria opinião, de expressar suas ideias e ser capaz de discernir as diferentes informações, para que assim sejam conhecedores do seu papel na sociedade e capazes de atuação em questões econômicas, sociais, culturais, políticas, ambientais, éticas e tecnológicas. Passando a ter atitudes reflexivas e exercendo esse comportamento atitudinal que corrobora com o conhecimento conceitual (CARVALHO, 2011; SASSERON; 2015).

Mas como formar cidadãos críticos e participativos? Este é um desafio a ser superado pelo professor, bem como o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que visem a autonomia do aluno na construção do seu conhecimento, permitindo um ensino que considere o conhecimento local e cotidiano que os alunos trazem para a escola, mas que permita a diferenciação do conhecimento, ou seja, muito do conhecimento que é importante que o aluno adquira não será local e será contrário à sua experiência (YOUNG, 2007).

No Brasil são poucas as iniciativas que contemplam conteúdos de Biologia do currículo de Ciências de maneira investigativa, ou seja, que proporcione o desenvolvimento de habilidades envolvidas nas atividades científicas dessa área (SCARPA; SILVA, 2013).

De acordo com a proposta curricular de Santa Catarina (1998) para o ensino de Biologia:

Promover esse aprendizado não é tarefa fácil, nem tampouco imediata. É necessário, porém, que tanto o professor quanto a escola reflitam conjuntamente sobre o que é relevante e significativo, no ensino da ciência biológica, para uma melhor compreensão do mundo, bem como sobre quais as metodologias que deverão ser empregadas e, que mudanças se fazem necessárias ao desenvolvimento do trabalho pedagógico. A disciplina de Biologia no Ensino Médio deve, acima de tudo, oportunizar ao educando uma maior aplicação dos conhecimentos dessa área, no seu cotidiano. Isso implica em buscar estratégias e metodologias para que este ensino supere a fragmentação, a memorização de nomenclaturas técnicas e o agregado de informações desconexas, desvinculados da realidade do aluno (SANTA CATARINA, 1998, p. 149).

Como estratégia para modificar as práticas expositivas e que não problematizam questões sobre as quais os/as estudantes possam intervir e agir com criticidade e autonomia nos apoiaremos nos propósitos do ensino de Ciências por investigação.

Existem várias denominações para esta perspectiva de ensino, como *inquiry*, aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, projetos de aprendizagem, ensino por investigação (ZOMPERO; LABURÚ, 2011). E não há um consenso entre os pesquisadores sobre o tipo de abordagem a ser seguido, existindo uma grande diversidade de definições para este tipo de estratégia, todavia utilizaremos o termo ensino por investigação para este projeto.

Segundo Carvalho (2011) ao ensinarmos Ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação, introduzindo assim os alunos no universo das Ciências, ou seja, ensinar os alunos a construir conhecimento.

De acordo com Azevedo (2006) neste processo de compreensão de conceitos a partir de atividades investigativas, o aluno acaba saindo de uma postura passiva e começa a participar do seu processo de aprendizagem, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando uma explicação para o resultado de suas ações. A autora também reforça que, com a participação do aluno neste processo, ele começa a construir entendimentos por meio da interação entre pensar, sentir e fazer.

Segundo Baptista (2010) um ensino por investigação na sala de aula requer que os professores mudem o seu papel alterando a dinâmica das aulas, permitindo uma maior abertura das atividades e isso pode ser visto com certo receio pelos professores, habituados a ter o

controle da turma, o que implicará em uma quebra da sua rotina associada a um ensino tradicional. Ainda segundo o autor os professores se deparam com dilemas que surgem do confronto entre as suas concepções tradicionais com as ideias inovadoras, sendo que estes podem ser de dimensões técnicas, como alterar o modo como os alunos trabalham, de dimensões políticas, como a resistência dos pais ou de dimensões culturais como a preparação dos alunos para um próximo nível. O que muitas vezes acaba sendo uma tarefa difícil para o professor, já que vários fatores acabam dificultando a implantação desse tipo de prática pelos docentes, como por exemplo: carga horária reduzida da disciplina de Biologia (apenas 2 aulas semanais), número elevado de alunos por turma, falta de materiais e laboratórios nas escolas. A postura nova do professor, passando a ser um mediador do conhecimento e não mais transmissor, também pode ser um empecilho a esta prática, pois requer uma mudança do papel do docente e de acordo com Carvalho (2013) nenhuma mudança educativa terá sucesso se não houver vontade de aceitação e aplicação dessa nova proposta de ensino por parte dos professores, além disso será necessário o professor saber criar um ambiente favorável para que ocorra por parte dos alunos uma reflexão sobre os seus pensamentos, reformulação dessas reflexões por meio da contribuição dos colegas e decisões coletivas. Diante disso, como o professor pode implementar atividades investigativas que realmente contribuam no processo de construção do conhecimento?

O ensino por investigação não tem mais como na década de 1960, o objetivo de formar cientistas tendo como uma das finalidades o desenvolvimento da capacidade de argumentação (ZOMPERO; LABURÚ, 2011).

A atividade investigativa possibilita aos alunos expor seu ponto de vista de forma segura, com argumentos próprios, formado a partir das hipóteses e das soluções impulsionadas pela investigação (MARTINS, 2015). É, ainda, no contexto de abordagens baseadas no ensino por investigação que há a promoção e maior ocorrência de situações argumentativas. A argumentação é uma prática epistêmica da ciência e, nesse sentido favorecer seu surgimento e desenvolvimento em sala de aula é uma forma de fomentar e avançar rumo a Alfabetização Científica dos estudantes.

Por meio de intervenções didáticas investigativas, o professor pode ter mais espaço e facilidade em oferecer condições para que a argumentação surja, permitindo ao longo da investigação, situações em que ocorram interações discursivas entre alunos e professores (SASSERON, 2013).

A atividade investigativa possibilita aos alunos expor seu ponto de vista de forma segura, com argumentos próprios, formado a partir das hipóteses e das soluções impulsionadas pela investigação (MARTINS, 2015).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (2017), é imprescindível que os alunos sejam progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas, bem como no compartilhamento dos resultados dessas investigações.

As atividades investigativas no ensino de ciências devem providenciar, aos estudantes, a manipulação de materiais e ferramentas para a realização de atividades práticas, a observação de dados e a utilização de linguagens para comunicar aos outros suas hipóteses e sínteses (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Para ser considerada uma real atividade investigativa, o aluno não deve se limitar a manipulação ou observação do trabalho, mas deve ser levado a refletir, discutir, explicar e relatar (AZEVEDO, 2016). Contudo para que as atividades investigativas e a argumentação possam se concretizar e ser promotoras da Alfabetização Científica é de extrema relevância a interação entre professor, aluno, materiais e informações, pois o engajamento dos estudantes é crucial para gerar o aprendizado (SASSERON, 2015). O papel do professor também é fundamental neste processo, pois deverá incentivar e auxiliar os seus alunos na elaboração de hipóteses, evitar que seus alunos se desviem do objetivo central e propor atividades em que o aluno claramente perceba *o que e por que* vai fazer (CAMPOS; NIGRO, 2009).

Diante disso é necessário desenvolver pesquisas e práticas escolares para facilitar o desenvolvimento e utilização de novas abordagens didáticas utilizando espaços formais ou informais, mas que auxiliem os discentes na compreensão da Microbiologia e principalmente contextualizem os assuntos estudados com o seu cotidiano, pois o educando necessita de atividades investigativas que possibilitem a construção do seu próprio conhecimento, tornando-o protagonista neste processo e instigado a identificar problemas em seu cotidiano e buscar possíveis soluções por meio da investigação.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Esta pesquisa tem um caráter qualitativo, dado o propósito de explorar as contribuições do ensino da Microbiologia para a promoção da Alfabetização Científica dos estudantes do Ensino Médio.

Nas pesquisas qualitativas os dados coletados são na sua maioria descritivos, partindo da análise do pesquisador e da sua compreensão do todo para a reflexão, sendo que a importância do processo é muito maior do que o produto (SILVA, 2014).

Segundo Minayo et al. (2009), a pesquisa qualitativa trata de questões particulares e se preocupa com um nível de realidade que não pode ser quantificado, ocupa-se de um universo de significados, motivos, valores e atitudes que não podem ser resumidos a instrumentalização de variáveis, refere-se a um espaço mais profundo das relações. Este método não necessita de técnicas estatísticas, pois o processo e seus significados são os focos principais desta abordagem, sendo o ambiente a fonte direta dos dados e o pesquisador é o instrumento-chave, mantendo contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, sem qualquer manipulação intencional do pesquisador (PRONADOV; FREITAS, 2013).

#### **3.1 Contexto da Pesquisa:**

A pesquisa foi desenvolvida na Escola de Educação Básica Governador Ivo Silveira da Rede Estadual de Santa Catarina, no município de Brusque, entre os meses de abril e maio de 2019 para 32 alunos do 2º ano do EM. A aplicação da SEI iniciou após a submissão do projeto sob CAAE nº. 88957018.7.0000.0121 e obtido parecer consubstanciado favorável do Comitê de Ética em Pesquisa de nº. 2.677.717. O Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foram encaminhados aos alunos e aos pais e/ou responsáveis e constam nos anexos.

Os registros de campo realizados durante o trabalho foram um diário para auxiliar nas observações e anotações, aulas gravadas em áudio, e as atividades escritas realizadas pelos alunos. Os dados relevantes serão apresentados juntamente às análises e com a finalidade de manter preservada a identidade dos alunos, foram utilizados códigos durante a transcrição dos dados.

#### **3.2 Características da Escola**

A pesquisa foi desenvolvida na Escola de Educação Básica Governador Ivo Silveira, localizada no bairro Águas Claras do município de Brusque. A escolha desta escola é devido a mestranda fazer parte do corpo docente da mesma.

De acordo com o Projeto Político Pedagógico (PPP) a escola oferece educação básica para o ensino fundamental séries iniciais (1º ao 5º ano), ensino fundamental séries finais (6º ao 9º ano) e ensino médio. A Unidade Escolar oferece a educação de Ensino Fundamental e Médio nos períodos diurno e noturno. O atendimento abrange um contingente de aproximadamente 1.114 alunos. O calendário escolar tem carga anual de 800 horas, com número mínimo de 200 dias de efetivo trabalho escolar. Neste ano de 2019 as atividades escolares, iniciaram-se em 11/02/19 e terão seu término em 18/12/19. Nossos horários de atendimento escolar são:

Matutino – 07h30min às 11h30min

Vespertino – 13h00min às 17h00min

Noturno – 18h30min às 22h00min

A Unidade Escolar compõe-se de: sala de informática, refeitório, cozinha, biblioteca, auditório, secretaria contendo em anexo a sala dos assessores, da direção e a sala da assistente de educação, 4 sanitários (2 femininos, 2 masculinos), laboratório, sala de apoio do assistente técnico pedagógico, sala de professores com banheiro feminino e banheiro masculino e 19 salas de aula ambiente.

O laboratório de Ciências ocupa uma área de 37 metros quadrados e nele possuímos 2 Autolabor (laboratório didático móvel) e 2 microscópios (binocular e monocular); 1 esqueleto, 2 torsos, maquetes corpo humano: sistema reprodutor masculino e feminino, digestório, nervoso, auditivo, circulatório e excretor. Este laboratório na disciplina de Ciências é utilizado do 6º ao 9º anos; no Ensino Médio pela disciplina de Biologia, Química e Física e para o Ensino de 1º ao 5º ano também está disponível este espaço.

Em relação ao quadro de funcionários conta um corpo técnico administrativo composto por um Assistente de Educação, uma Assistente Técnica-Pedagógica, uma Diretora e duas Assessoras de Direção. O corpo docente conta com aproximadamente 75 professores.

### **3.3 Perfil dos alunos**

A turma do 2º ano matutino apesar de numerosa é formada por alunos que, no geral, são assíduos e se mostram interessados pelas atividades desenvolvidas. Apresentam idade entre 16



e 18 anos. Dentre eles, há dois alunos com necessidades especiais, que apresentam laudo médico e são acompanhados por uma professora auxiliar durante as aulas.

Os alunos são residentes no bairro Águas Claras, o mesmo local da escola, a maioria é aluno desta unidade escolar desde as séries iniciais, sendo que a maior parte trabalha no contra turno escolar ou frequenta cursos de ensino técnico.

### **3.4 Análise dos dados**

Adotamos como material a ser analisado nesta pesquisa os registros escritos produzidos pelos alunos. Segundo Trivelato e Tonidantel (2015):

Sequências de ensino por investigação, que contemplem a escrita do aluno, tendem a promover que o estudante estruture seu pensamento, registre e comunique sua produção de conhecimento, bem como amplie as relações sociais que estabelece para além dos muros da escola. Tais objetivos caminham na mesma direção da alfabetização científica (TRIVELATO; TONIDANTEL, 2015, p. 105).

Para análise utilizaremos as categorias apresentadas por Sasseron (2008), trabalho no qual a autora estabelece os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) que segundo ela tem a função de nos mostrar se e como certas habilidades que condizem com a AC estão sendo trabalhadas. Também adotamos para análise dos argumentos o padrão proposto por Toulmin (2006), que apresenta os elementos essenciais de um argumento e a relação entre eles.

### **3.5 Fases da pesquisa:**

Primeira etapa: Revisão bibliográfica sobre os seguintes temas: Ensino por Investigação, Sequência de Ensino Investigativa, Alfabetização Científica e Argumentação.

Segunda etapa: Elaboração de uma SEI para o ensino da Microbiologia no Ensino Médio.

Terceira Etapa: Aplicação da SEI em uma turma do 2º ano do Ensino Médio.

Quarta Etapa: Análise dos registros escritos produzidos pelos alunos.

### **3.6 Elaboração da Sequência de Ensino Investigativa**

Como metodologia de ensino por investigação abordaremos a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), proposta elaborada por Carvalho (2013), que foram elaboradas com base em diversas pesquisas e revisões bibliográficas em trabalhos e publicações na área de ensino de ciências.

Segundo Carvalho (2011), quatro pontos são fundamentais para o planejamento da SEI que têm o objetivo de criar condições em sala de aula que seja possível a construção do conhecimento científico:

- 1- O valor de um problema para o início da construção do conhecimento.
- 2- A transição da ação manipulativa para a ação intelectual.
- 3- A relevância da tomada de consciência de seus atos para a construção do conhecimento.
- 4- As diferentes etapas das explicações científicas.

A autora ainda ressalta que o aluno é um indivíduo social que se relaciona com os demais colegas e professores. Como este fator de interação social também deve ser considerado na elaboração da SEI, é importante considerar os seguintes pontos:

- A participação ativa do aluno.
- A importância da interação aluno-aluno.
- O papel do professor como elaborador de questões.
- A criação de um ambiente encorajador.
- O ensino a partir do conhecimento que o aluno traz para a sala de aula.
- A relação ciência, tecnologia e sociedade.
- A passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica.

As atividades investigativas em sala de aula podem acontecer de diversas maneiras, e não necessariamente estão vinculadas a aulas experimentais, a utilização de textos também pode ser uma atividade investigativa, não interessa a forma da atividade, pois o fundamental é a resolução de um problema e as condições para que isso aconteça (SASSERON, 2013).

Segundo Carvalho (2013) o gerenciamento da classe e planejamento das interações são de extrema importância e devem seguir as etapas:

- Etapa de distribuição do material e proposição do problema pelo professor.
- Etapa da resolução do problema pelos alunos.
- Etapa da sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos.
- Etapa do escrever e desenhar.

Com base nesses aspectos da proposta da autora Carvalho (2013), elaboramos uma SEI que se propõe a possibilitar o início da AC dos estudantes e que servirá para organização de outros conhecimentos durante esta etapa do ensino médio. Por meio destas atividades buscaram-se situações que proporcionassem aos alunos expor suas ideias, reflexões e conclusões. Ademais estas atividades foram planejadas para que houvesse a interação entre os

educandos, pois consideramos esta interação fundamental para que ocorra uma aprendizagem significativa. Por meio deste convívio, podem trocar conhecimentos, aprender a se relacionar e auxiliar na formação de valores como a cooperação e o respeito.

## **4 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DA MICROBIOLOGIA**

### **4.1 Quadro das atividades da SEI em Microbiologia**

O quadro a seguir mostra a sequência das atividades que foram desenvolvidas com os alunos do 2º ano do EM, de uma forma resumida estão representados o tema e as atividades, bem como os objetivos, procedimentos utilizados e duração prevista.

Quadro 3 – Resumo das atividades desenvolvidas na SEI.

Objetivos	Tema	Procedimento	Recursos	Duração
<p>- Entender o significado do termo microrganismo.</p> <p>- Identificar seres vivos classificados como microrganismos;</p>	<p><b>ATIVIDADE 1: “Do micro ao macro.”</b></p> <p><b>Conteúdo abordado:</b> Microrganismos.</p>	<p>Dividir a turma em grupos. Cada grupo receberá cartas com imagens, que deverão organizar em sequência de tamanhos, do menor para o maior.</p> <p>Mostrar as cartas que serão utilizadas aos estudantes, questioná-los sobre o que elas representam e propor o seguinte problema:</p> <p><b>“ Qual a sequência correta das cartas por ordem de tamanho? ”</b></p> <p>Após a organização das cartas promover uma discussão.</p> <p><b>Finalização:</b> Propor uma demonstração investigativa para visualização dos microrganismos com um microscópio a laser.</p>	<p>-Jogo com 12 cartas no formato “Pokémon” com imagens de microrganismos e macrorganismos.</p>	<p>- Uma aula de 45 minutos.</p>

<p>- Compreender o significado do termo microbioma humano bem como sua importância e utilização.</p> <p>- Analisar a importância das pesquisas sobre o microbioma humano;</p> <p>- Entender a associação existente entre os microrganismos e nós seres humanos.</p>	<p><b>ATIVIDADE 2:</b></p> <p><b>“Microbioma Humano”.</b></p> <p><b>Conteúdo abordado:</b></p> <p>Microbioma: definição, importância e utilização.</p>	<p>Fazer a projeção da imagem de uma mulher com o seu reflexo contendo microrganismos, fora de escala, com o seguinte título “Você é o que você não vê”. Discussão a partir da imagem.</p> <p><b>Problema:</b> Imagine a seguinte situação: Maria vai em direção ao espelho do seu quarto e ao se deparar com um reflexo parecido com a imagem acima, começa a gritar aterrorizada, em seguida ela acorda. Ufa! Foi só um sonho, pensa a menina. Como você explicaria a Maria sobre a imagem que ela viu refletida no espelho em seu sonho?</p> <p>Assistir ao vídeo sobre microbioma disponível no <i>youtube</i>.</p> <p>Após a visualização do vídeo promover uma discussão a partir dos pontos que mais chamaram a atenção dos estudantes.</p>	<p>- Data show para a projeção da imagem e vídeo.</p>	<p>- Uma aula de 45 minutos.</p>
---	--	--	---	----------------------------------

		<p><b>Finalização:</b> Elaboração textual referente às suas conclusões sobre o tema microbioma.</p> <p>Em casa: Assistir a reportagem do fantástico sobre “O menino bolha”.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer algumas espécies de bactérias;</li> <li>- Relacionar diferentes espécies de bactérias com a maneira pela qual possam ajudar o nosso organismo.</li> <li>- Comparar suas principais características e habitat;</li> <li>- Analisar a existência de bactérias benéficas e prejudiciais ao nosso organismo.</li> </ul>	<p><b>ATIVIDADE 3: “Qual microrganismo você é?”</b></p> <p><b>Conteúdo abordado:</b></p> <p>Diferentes espécies de bactérias, características e habitat.</p>	<p>Cada aluno deverá responder ao quizz “Qual microrganismo você é?”, disponível em um link do google forms.</p> <p>Pedir para os alunos que obtiveram o mesmo resultado de personalidade que se juntem em grupos. Cada grupo escreve sobre o seu microrganismo baseando-se na descrição fornecida pelo quizz e/ou em conceitos prévios que possuam.</p> <p><b>Finalização:</b> Cada equipe fará a apresentação do que foi respondido com a elaboração de um mapa conceitual.</p>	- Celular ou computador para responder ao quizz.	- Uma aula de 45 minutos.

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigar a presença de microrganismos na escola;</li> <li>- Entender a ubiquidade dos microrganismos.</li> <li>- Avaliar como ocorre o crescimento dos microrganismos;</li> <li>- Reconhecer a presença de colônias de bactérias;</li> </ul>	<p><b>ATIVIDADE 4:</b></p> <p><b>“Ubiquidade dos microrganismos.”</b></p> <p><b>Conteúdo abordado:</b></p> <p>Diversidade e ubiquidade dos microrganismos.</p>	<p>1) Cada equipe de alunos representará um grupo de pesquisadores que recebeu a missão de investigar qual é o local da escola com maior ocorrência de microrganismos. Cada grupo deve levantar hipótese e escolher um local justificando sua escolha.</p> <p>2) Vamos também investigar a ocorrência de microrganismos em nosso corpo. Em qual destas áreas do nosso corpo vocês esperam encontrar maior ocorrência de microrganismos: nos pés, nas mãos, nos espaços entre os dedos, embaixo das unhas, ou na boca? Cada grupo deve escolher uma área do corpo de algum voluntário, para contaminação do meio de cultura. Utilizando cotonetes esterilizados, cada grupo deverá contaminar um meio de cultura, de acordo com o</p>	<p>- Meios de cultura caseiros, preparados previamente pela professora.</p>	<p>- Duas aulas intercaladas de 45 minutos.</p>
---	--	--	---	---



		<p>levantamento de hipóteses. Fechar a placa com fita e aguardar alguns dias observando o que acontece.</p> <p>Após alguns dias observação dos meios de cultura contaminados.</p> <p>Discussão dos resultados.</p> <p><b>Finalização:</b> Cada aluno deverá fazer o registro de como foi o procedimento da aula, o resultado obtido do seu meio de cultura por meio de desenhos, comparar o levantamento de hipóteses feito no grupo com o resultado obtido e elaborar sua conclusão.</p>		
<p>- Analisar a presença de microrganismos na composição de alimentos.</p> <p>- Entender a importância dos microrganismos na produção dos alimentos.</p>	<p><b>ATIVIDADE</b> 5: x</p> <p><b>“Microrganismos alimentação.”</b></p> <p><b>Conteúdo abordado:</b></p> <p>Bactérias: importância econômica, utilização na alimentação e fermentação</p>	<p><b>Problema:</b> Mostrar aos alunos uma garrafa com leite estufada. O que deixou a garrafa estufada?</p> <p>Levantamento de hipóteses.</p> <p>Observação das imagens de alimentos produzidos por meio de fermentação.</p> <p>Promover uma discussão.</p>	<p>- Garrafa pet com leite.</p> <p>- Data show para projeção das imagens de alimentos.</p>	<p>- Duas aulas de 45 minutos.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar a fermentação láctica com a produção de alimentos.</li> <li>- Perceber os benefícios da utilização da fermentação.</li> <li>- Entender o papel das leveduras no processo de fermentação.</li> <li>- Justificar as condições favoráveis para ocorrer a fermentação.</li> <li>- Reconhecer os fungos como microrganismos capazes de realizar a fermentação.</li> </ul>	<p>láctica. Fungos: importância econômica e utilização na alimentação e fermentação alcoólica.</p>	<p><b>Finalização:</b></p> <p>Dividir a turma em 7 grupos e sortear os temas. Realizar uma pesquisa sobre o alimento e o modo de produção para a elaboração de um infográfico contendo um número máximo de 20 palavras e figuras referente ao tema. Após realizar uma apresentação com duração de até 3 minutos.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender que todos nós temos um microbioma único determinado, em parte, por nossa dieta e bactérias adquiridas do ambiente.</li> <li>- Analisar que em um microbioma saudável, as</li> </ul>	<p><b>ATIVIDADE 6:</b></p> <p><b>“Analisando o microbioma do sistema digestório e os efeitos dos antibióticos.”</b></p> <p><b>Modificado de Estes (2015)</b></p> <p><b>Conteúdo abordado:</b></p> <p>Microbioma do sistema</p>	<p>Dividir a turma em cinco equipes. Cada equipe receberá um microbioma do sistema digestório, preparado anteriormente (pote plástico transparente com diferentes formatos de massa) e um pote com bactérias do ambiente (pote plástico transparente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 Microbiomas (potes plásticos transparentes com formas diferentes de macarrão).</li> <li>- 5 Potes de vidro contendo as bactérias do ambiente (feijões de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Duas aulas de 45 minutos.</li> </ul>

<p>bactérias nativas, não patogênicas preenchem todos os habitats disponíveis restringindo a invasão por bactérias patogênicas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entender a ação perturbadora dos antibióticos ao microbioma normal, removendo as bactérias nativas, não patogênicas, permitindo que bactérias patogênicas adquiridas a partir do ambiente possam colonizar o ambiente e adoecer o hospedeiro;</li> <li>- Comparar a diversidade de microrganismos de acordo com as dietas alimentares;</li> <li>- Avaliar as bactérias patogênicas e os efeitos no organismo;</li> </ul>	<p>digestório, dietas alimentares, antibióticos, bactérias patogênicas.</p>	<p>com diferentes tipos de feijão, semente de girassol e milho). Observar as formas presentes no microbioma recebido e comparar com o modelo recebido.</p> <p><b>Problema:</b> Qual é o tipo de dieta alimentar desta pessoa, com base no microbioma recebido?</p> <p>Após seguem as atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Analisando a diversidade do microbioma.</li> <li>- Perturbação ao microbioma.</li> <li>-Colonização por patógeno oportunista.</li> </ul> <p>A partir das discussões em grupo na realização da atividade e das questões de sistematização, elaborar um texto sobre suas conclusões.</p>	<p>diferentes tipos, milho e semente de girassol).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ficha com questões para o grupo.</li> <li>- Modelos com as formas de macarrão e seus respectivos gêneros, e as formas suscetíveis ao antibiótico.</li> </ul>	
---	---	---	--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a importância do uso controlado dos antibióticos;</li> <li>- Compreender a importância do uso controlado dos antibióticos;</li> <li>- Entender o significado de antimicrobianos;</li> <li>- Relacionar a utilização indevida dos antibióticos com a seleção de bactérias resistentes;</li> <li>- Compreender o que são as superbactérias e as condições que são favoráveis para o seu aparecimento;</li> </ul>	<p><b>ATIVIDADE 7: Análise crítica de uma situação real: “As superbactérias.”</b></p> <p><b>Conteúdo abordado:</b> Antimicrobianos, superbactérias, resistência bacteriana.</p>	<p><b>Leitura individual do texto:</b> “Superbactérias avançam no Brasil e levam autoridades de saúde a correr contra o tempo.”</p> <p>Após a leitura do texto, promover uma discussão com os alunos.</p> <p><b>Finalização:</b> Produção textual argumentativa.</p>	<p>-Texto impresso.</p>	<p>- Uma aula de 45 minutos.</p>
---	---	--	-------------------------	----------------------------------

Fonte: Elaborada pela autora.

## 4.2 A descrição das atividades da SEI em Microbiologia

Nesta seção será apresentada uma descrição pormenorizada de cada uma das atividades que compõem a SEI. Outras informações pertinentes encontram-se na seção ANEXOS.

### **Atividade 1: “ Do micro ao macro”.**

Esta atividade introdutória tem a finalidade de deixar bem claro o significado do que é um microrganismo, para isso se faz a utilização de um jogo de cartas em formato “Pokémon” para chamar a atenção dos estudantes e despertar o interesse pela atividade.

As cartas do jogo Pokémon são divididas em cartas pokémon, cartas treinador, cartas de energia e as cartas de item que se dividem em quatro categorias: treinador, apoio, ferramenta e estádio. O jogo de cartas criado se refere as cartas Pokémon que são divididas em nível básico, estágio 1, estágio 2, *estágio LV.X*, *legend*, *mega*, *EX* e *GX*. Essas cartas mostram todas as informações sobre o Pokémon, como ataque, habilidade, evoluções, fraquezas e resistência.

O conjunto de cartas elaborado é composto por 12 cartas e foi criado utilizando o site [www.mypokecard.com](http://www.mypokecard.com) contendo imagens de vírus, bactéria, ameba, líquen, célula animal, ovos de anfíbios, gafanhoto, quati, onça, baleia azul, girafa e sequoia; apresentam algumas informações sobre a imagem apresentada, bem como informações em referência as cartas Pokémon, como estágio, habilidades, resistência, etc. As cartas constam no apêndice deste trabalho. A ideia foi promover dúvidas durante o arranjo sequencial das cartas, tanto dos seres microscópicos quanto dos macroscópicos, e em grupo eles decidam qual é sequência correta por ordem de tamanho. Após arranjar as cartas em uma sequência ordenada, promover uma discussão para que no grande grupo possam saber qual foi a sequência de cada equipe elaborou. Possíveis questões para discussão:

Quais seres aparecem nas imagens?

- a) Como vocês organizaram as cartas?
- b) Qual carta vocês escolheram para iniciar a sequência?
- c) Qual carta vocês escolheram para encerrar a sequência?
- d) Vocês mudaram a sequência alguma vez ou resolveram de primeira?
- e) O que fez vocês mudarem a sequência das cartas?

- f) Podemos ver todas as imagens que foram representadas nas cartas a olho nu? Quais sim e quais não? Por quê?
- g) As imagens que não podemos ver a olho nu podem ser nomeadas de forma diferente?

No final eles podem consultar acessando a internet o tamanho dos seres representados nas cartas, e se quiserem mudar a ordem das cartas. Como atividade de sistematização, propor a visualização dos microrganismos com o auxílio de um microscópio caseiro a laser.

### **Atividade 2: “ O microbioma humano”.**

Após ter conceituado o termo microrganismo, esta atividade tem o objetivo de promover o conhecimento e o entendimento sobre o microbioma humano. Para iniciar a discussão sobre a temática, projetar a seguinte imagem:

**Figura 3- Representação do microbioma humano.**  
**“ Você é o que você não vê ” (DUARTE, 2016)**



Fonte: HOUZEL, 2014

OBS: A representação está fora de escala.

A partir disso promover uma discussão:

#### **Problematização:**

- a) O que vocês estão observando na imagem?
- b) Que tipo de organismos estão representados na imagem?
- c) Qual o significado desta imagem? O que ela representa?

- d) Vocês acham que existem microrganismos vivendo no interior e/ou na superfície do nosso corpo? Esses microrganismos são bons ou ruins?
- e) Você acha que existe alguma relação entre o funcionamento do nosso organismo e a presença de certos microrganismos?
- f) Para você qual o significado da frase “Você é o que você não vê”.

Após propor a seguinte problemática: Imagine a seguinte situação: Maria vai em direção ao espelho do seu quarto e ao se deparar com um reflexo parecido com a imagem acima, começa a gritar aterrorizada, em seguida ela acorda. Ufa! Foi só um sonho, pensa a menina. Como você explicaria a Maria sobre a imagem que ela viu refletida no espelho em seu sonho?

Em seguida ouvir as hipóteses dos alunos e exibir um vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VzPD009qTN4> .Após a visualização do vídeo promover uma discussão sobre o conteúdo apresentado.

**Para a sistematização do conhecimento:**

- 1) O que você entende por microrganismo e microbioma?
- 2) Qual a importância de se conhecer o microbioma humano?
- 3) Quais fatores podem afetar o microbioma humano?

**Finalização:** Elaboração textual referente às suas conclusões sobre o tema microbioma.

**Em casa:** Assistir a reportagem do fantástico sobre “O menino bolha”. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R22-jrUXZ-c> e elaboração de um resumo sobre a matéria, para posterior sistematização.

**Atividade 3: “Qual microrganismo você é?”**

Esta dinâmica visa promover o conhecimento sobre algumas espécies de bactérias que podem fazer parte de nosso microbioma. Esta atividade foi adaptada da tradução do artigo originalmente desenvolvida pela American Society for Microbiology (ASM), elaborada pelas autoras Erika C. Shugart e Katherine S. Lontok e a tradução realizada pelo projeto de extensão “ASM/UFRJ International Student Chapter” da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com a colaboração de Stephanie Rodrigues e Laura M. Andrade de Oliveira. A partir desse trabalho, foram selecionadas algumas questões referente a algumas bactérias e inserida uma nova

questão, na tentativa de tornar a atividade mais atrativa aos estudantes foi realizada no formato de *quizz* de personalidade utilizando a ferramenta do *google forms*. Com isso é possível fornecer a turma o *link* do formulário por meio das redes sociais, aplicativos de comunicação ou também enviar para o e-mail dos alunos.

### **Explorando o Tema:**

Pedir para os alunos que obtiveram o mesmo resultado de personalidade que se juntem em grupos. Cada grupo escreva sobre o seu microrganismo baseando-se na descrição fornecida pelo quiz e/ou em conceitos prévios que possuam, considerando os seguintes pontos:

- a) Qual local do corpo humano o microrganismo pode ser encontrado?
- b) Qual a função que o microrganismo realiza no corpo humano (se conhecida)?
- c) Quais outros locais o microrganismo pode habitar (se aplicável)?
- d) O que a presença ou ausência deste microrganismo pode causar?

**Finalização:** Cada equipe fará a apresentação do que foi respondido com a elaboração de um mapa conceitual.

### **Atividade 4: “Ubiquidade dos microrganismos.”**

Esta atividade tem a finalidade de proporcionar aos estudantes a compreensão de que os microrganismos estão em todos os lugares, para isso se propõe a seguinte problemática:

- 1) Cada equipe de alunos representará um grupo de pesquisadores que recebeu a missão de investigar qual é o local da escola com maior ocorrência de microrganismos. Cada grupo deve levantar hipótese e escolher um local justificando sua escolha.
- 2) Vamos também investigar a ocorrência de microrganismos em nosso corpo. Em qual destas áreas do nosso corpo vocês esperam encontrar maior ocorrência de microrganismos: nos pés, nas mãos, nos espaços entre os dedos, embaixo das unhas, ou na boca? Cada grupo deve escolher uma área do corpo de algum voluntário, para contaminação do meio de cultura.

**Podemos dividir esta atividade nas seguintes etapas:**



**1ª ETAPA:** Preparação do meio de cultura feito previamente pela professora.

**2ª ETAPA:** Apresentação dos materiais utilizados, explicação e discussão sobre o modo de preparo do meio de cultura.

**3ª ETAPA:** Utilizando cotonetes esterilizados, cada grupo deverá contaminar um meio de cultura, de acordo com o levantamento de hipóteses. Fechar a placa com fita e aguardar alguns dias observando o que acontece.

**4ª ETAPA:** Observação dos resultados. Após alguns dias observação dos meios de cultura contaminados.

Possíveis questões para a promoção da problematização:

- a) O que vocês estão observando nos meios de cultura?
- b) Qual o aspecto/forma do meio de cultura contaminado por seu grupo?
- c) Houve uma grande ou pequena proliferação de microrganismos no meio de cultura contaminado pelo seu grupo?
- d) Que tipos de microrganismos vocês acham que estão presentes no meio de cultura?
- e) O que vocês acham que pode influenciar no crescimento dos microrganismos no meio de cultura?
- f) Qual o meio de cultura contaminado com uma área da escola teve maior crescimento de microrganismos?
- g) Qual o meio de cultura contaminado com uma área do corpo humano teve maior crescimento de microrganismos?

**Finalização:** Cada aluno deverá fazer o registro de como foi o procedimento da aula, o resultado obtido do seu meio de cultura por meio de desenhos, comparar o levantamento de hipóteses feito no grupo com o resultado obtido e elaborar sua conclusão.

#### **Atividade 5: “Microrganismos x alimentação”.**

Esta atividade inicia-se com apresentação de uma garrafa com leite “estufada”, para isso previamente a professora encheu uma garrafa pet de 500 ml com leite e deixou exposta a luz solar em temperatura ambiente durante 7 dias, a fim de facilitar a percepção de que a garrafa estava “estufada”, também foi preparada no mesmo dia outra garrafa com leite com a finalidade de permitir comparações. Mostrar aos alunos as garrafas e permitir que manuseiem, em seguida

propor o seguinte problema: “O que deixou a garrafa estufada?” Ouvir os relatos dos alunos e promover discussões sobre a temática.

Depois das discussões, projetar imagens de alimentos que para serem produzidos ocorre o processo de fermentação láctica e alcoólica, como por exemplo: iogurte, leite fermentado, kefir, queijo, vinho e vinagre. Observar as imagens e propor questões para a problematização.

### **Problematização:**

- a) O que vocês estão observando nas imagens?
- b) O que as imagens representam?
- c) Existe alguma relação entre esses tipos de alimentos?
- d) Vocês conhecem o kefir? O que é kefir?
- e) Como é produzido o iogurte? E o leite fermentado?
- f) Você já ouviu na propaganda desses alimentos a frase “contêm lactobacilos vivos”. O que isso significa?
- g) Quais ingredientes são necessários na fabricação do pão?
- h) Qual o tipo de clima favorece a produção do pão?
- i) O que faz a massa do pão crescer? Como isso ocorre?
- j) Como são produzidas as bebidas como o vinho e a cerveja?
- k) E o vinagre, como é produzido?

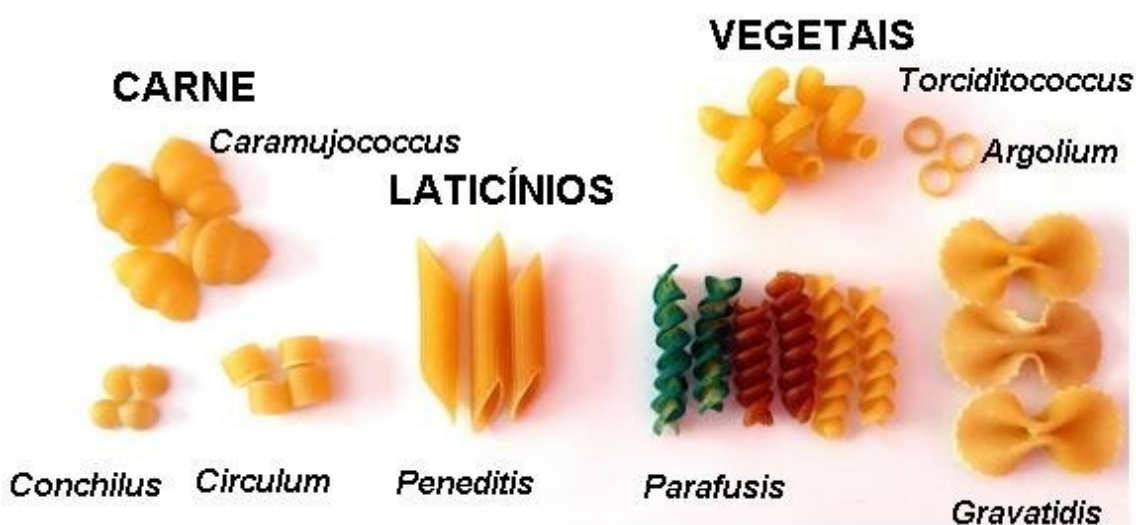
**Finalização:** Dividir a turma em 7 grupos e sortear os temas. Realizar uma pesquisa sobre o alimento e o modo de produção para a elaboração de um infográfico contendo um número máximo de 20 palavras e figuras referentes ao tema. Após realizar uma apresentação com duração de até 3 minutos.

### **Atividade 6: “Analisando o microbioma do sistema digestório e os efeitos dos antibióticos.”**

Esta atividade foi adaptada do artigo “Modeling the Dynamic Digestive System Microbiome” de Estes (2015), para a realização desta atividade devem ser preparados previamente pelo professor, potes plásticos ou sacos plásticos contendo formas diferentes de macarrão de representando microrganismos intestinais de acordo com tipo de nutrição do hospedeiro, também devem ser preparados potes plásticos ou sacos plásticos contendo

diferentes tipos de feijões, milho e semente de girassol, representando as bactérias do ambiente. Foram criados personagens com nomes fictícios para os diferentes hospedeiros com seus respectivos tipos de microbiomas, também foram criados nomes fictícios para os gêneros de bactérias que compõem o microbioma, entretanto ocorreu um equívoco em relação ao nome *Torciditococcus*, pois a forma cocos é arredondada, então deve ser substituído no redesenho da SEI por *Torciditobacillus*, a figura abaixo representa os formatos e seus nomes fictícios.

**Figura 4- Formas de macarrão utilizadas e seus nomes fictícios.**



Fonte: Elaborada pela autora.

Dividir a turma em equipes. Cada equipe receberá um microbioma do sistema digestório, preparado anteriormente (pote plástico transparente com diferentes formatos de massa) e um pote com bactérias do ambiente (pote de vidro – conserva – transparente com diferentes tipos de feijões, semente de girassol e milho). Observar as formas presentes no microbioma recebido e comparar com a figura representada acima.

Com base na imagem identificar as possíveis dietas alimentares: carnívora, vegetariana, vegana ou onívora.

#### **Analisando a diversidade do microbioma:**

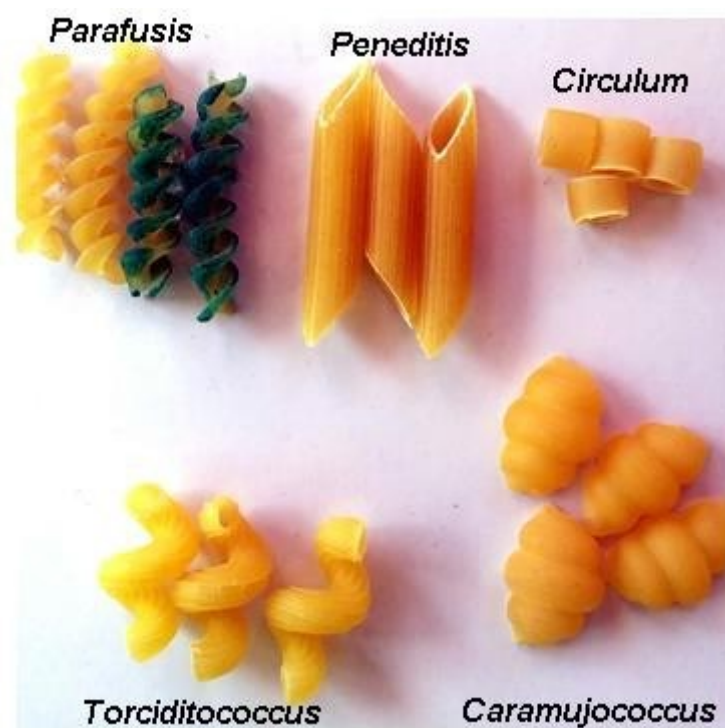
Cada tipo de massa representa diferentes gêneros de bactérias. Após comparar as formas presentes no microbioma com a imagem, responder:

- Qual é a dieta alimentar do microbioma que sua equipe recebeu?
- Quantas espécies diferentes estão presentes?
- Existe alguma espécie mais abundante do que outra?
- Qual espécie é menos abundante?
- Cabem mais formas de massas no microbioma recebido?

### **Perturbação ao microbioma:**

Em seguida, comente com os alunos que imaginem a seguinte situação: Esta pessoa que possui o microbioma digestório que vocês estão analisando, sofreu um acidente e teve um corte profundo na perna, que foi infectado, e precisará tomar um antibiótico de amplo espectro (que tem ação sobre um grande número de microrganismos) durante 7 dias. Para simular a ação deste antibiótico um aluno de cada equipe deverá retirar um elemento por vez, durante 3 minutos, os seguintes formatos de massas são sensíveis a ação do antibiótico:

**Figura 5- Formato dos macarrões sensíveis a ação dos antibióticos.**



Fonte: Elaborada pela autora.

Em seguida propor os seguintes questionamentos:

- Como ficou a diversidade do microbioma?

- b) Há espaço no habitat para mais bactérias?
- c) Por que a massa de cor laranja sobreviveu a ação do antibiótico enquanto que o verde e o amarelo foram mortos?
- d) Como pode ocorrer o preenchimento do espaço que ficou no habitat após a morte das bactérias?

### **Colonização por patógeno oportunista:**

Agora os alunos devem adicionar as bactérias do ambiente no microbioma, até preencher o espaço que ficou com a morte das bactérias pela ação do antibiótico. Após responder:

- a) Como ficou a diversidade do microbioma agora?
- b) Existe uma diversidade maior de bactérias do microbioma original ou das bactérias do ambiente?
- c) Existe espaço no habitat para mais bactérias?
- d) Compare a diversidade do seu microbioma com a dos grupos próximo a você.

Comente com os alunos que as sementes de girassol representam uma bactéria patogênica conhecida como *Clostridium difficile* e o milho representa outra bactéria patogênica chamada *Vibrio cholerae*. Pergunte qual equipe encontrou esses patógenos no seu microbioma. As equipes que foram contaminadas devem pesquisar sobre a ação destes patógenos no organismo humano, as principais formas de contaminação e medidas de prevenção.

### **Para a sistematização do conhecimento promover os seguintes questionamentos:**

- a) O que pode determinar o seu tipo de microbioma?
- b) Qual o efeito dos antibióticos no seu microbioma?
- c) De que maneira podemos nos contaminar com as bactérias do ambiente?
- d) Como podemos manter um microbioma saudável?
- e) Como evitar uma contaminação por bactérias patogênicas?

A partir das discussões em grupo na realização da atividade e das questões de sistematização, elaborar um texto sobre suas conclusões.

**Atividade 7: Análise crítica de uma situação real: “As superbactérias.”**

Entregar uma cópia do texto para os alunos, após realizar uma leitura individual do texto: **“Superbactérias avançam no Brasil e levam autoridades de saúde a correr contra o tempo”**.

Após realizar a leitura individual promover as seguintes questões de problematização:

- a) Qual é o assunto do texto?
- b) O que vocês entenderam por antimicrobianos?
- c) Vocês já fizeram uso de antimicrobianos sem recomendação médica?
- d) Qual a relação existente entre o uso não controlado dos antimicrobianos e a resistência bacteriana?
- e) O que são as chamadas “superbactérias”?
- f) Quais os principais fatores que contribuem para o surgimento das superbactérias?
- g) Qual a relação existente entre a pecuária e as superbactérias?
- h) De que forma podemos contribuir?

Como uma questão problematizadora para os alunos refletirem e realizarem a produção textual: “Por que as superbactérias avançam no Brasil?”

**Finalização:** Produção textual argumentativa considerando os seguintes pontos:

- a) O que você entendeu por superbactérias;
- b) Resistência antimicrobiana;
- c) Utilização de antibióticos de forma não controlada;
- d) Situação do Brasil referente ao tema;
- e) Relação das superbactérias com a pecuária;
- f) Medidas a serem tomadas para controle da situação;

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Discussão da aplicação da SEI

#### Atividade 1: “Do micro ao macro”

Esta aula foi realizada no laboratório da escola, pois os alunos tinham que trabalhar em grupo e organizar a sequência das cartas, então utilizar as mesas do laboratório foi a melhor opção. Primeiro a professora explicou que se trata de uma atividade coletiva, apresenta os materiais (o jogo de cartas) e entrega para cada equipe. Logo se percebeu que as cartas no formato “Pokémon” chamaram a atenção dos estudantes, pois saíram comentários como: “*Nossa, gafanhoto nível 3*” e “*Tem até evolução professora!*”. Quando solicitados que ordenassem as cartas surgiram dúvidas como: “*É para ordenar por pontos de vida?*” e “*Ah eu tenho mais pontos do que você!*”. Fica evidente a necessidade de produção de materiais que despertem o interesse e a curiosidade associando com algo que é do conhecimento deles, como jogo “Pokémon”, podemos criar um incentivo a uma participação mais ativa do estudante.

Quanto a organização das sequências elaboradas pelas equipes ficou da seguinte forma:

Grupo 1: vírus, bactéria, célula animal, ameba, líquen, ovo de perereca, gafanhoto, quati, onça pintada, girafa, baleia azul e sequoia.

Grupo 2: vírus, ameba, bactéria, célula animal, ovos de perereca, gafanhoto, líquen, quati, onça pintada, girafa, baleia azul e sequoia.

Grupo 3: vírus, bactéria, célula animal, ameba, ovos de perereca, gafanhoto, líquen, quati, onça pintada, girafa, sequoia e baleia azul.

Grupo 4: vírus, bactéria, célula animal, ameba, líquen, ovos de perereca, gafanhoto, quati, onça pintada, girafa, baleia azul e sequoia.

Nota-se que todas as equipes escolheram o vírus para iniciar sua sequência e apenas uma equipe encerrou a sua ordem com baleia azul, os demais enceraram com a sequoia. Quando questionados sobre se mudaram a sequência alguma vez, todas as equipes falaram que mudaram várias vezes e as cartas citadas pelas equipes como as que trouxeram mais dúvidas foram: ovos de perereca, bactéria, ameba, girafa, baleia e sequoia. Todas as equipes comentaram que por meio de discussão em grupo chegaram a um consenso sobre qual a melhor sequência, uma aluna

inclusive comentou “*estávamos em dúvida em relação a girafa e a baleia, aí eu lembrei que a baleia azul é o maior mamífero da Terra!*”, se referindo ao caso das cartas que ficaram com maior dúvida. Também foram unânimes em comentar que os seres que não podiam visualizar a olho nu eram: vírus, bactéria, ameba e célula animal e sobre como poderíamos chamar estes seres, todos citaram a palavra microscópicos e uma equipe também citou microrganismos. No final eles pesquisaram na internet os tamanhos médios dos seres em questão e puderam mudar a sequência se achassem necessário, quanto a essa mudança ficou assim:

Grupo 1: vírus, ameba, bactéria, célula animal, ovo de perereca, gafanhoto, líquen, quati, onça pintada, girafa, sequoia e baleia azul.

Grupo 2: vírus, bactéria, célula animal, ameba, ovos de perereca, gafanhoto, líquen, quati, onça pintada, girafa, baleia azul e sequoia.

Grupo 3: vírus, célula animal, bactéria, ameba, ovos de perereca, gafanhoto, líquen, quati, onça pintada, girafa, sequoia e baleia azul.

Grupo 4: vírus, célula animal, bactéria, ameba, ovos de perereca, gafanhoto, líquen, quati, onça pintada, girafa, baleia azul e sequoia.

Podemos notar que mesmo com a pesquisa na internet os alunos acabaram se confundindo com os resultados encontrados, principalmente com os microrganismos, acredito que isso se deva as unidades de medidas utilizadas para seres microscópicos, no caso o micrometro. Também houve confusão entre a baleia azul e sequoia onde uma equipe alterou sua ordem que estava certa para o errado. Apenas a equipe 2 conseguiu ordenar corretamente a sequência. Mas o principal objetivo desta aula era conceituar microrganismos e para isso não é necessário ter ordenado corretamente. No final da aula houve uma revisão quanto às unidades de medida microscópicas para tirar possíveis dúvidas. Como houve necessidade desses esclarecimentos, não houve tempo suficiente para demonstração investigativa com o microscópio a laser que se realizou no dia seguinte.

Para realizar essa demonstração com o microscópio caseiro é necessário um laser verde, seringa sem agulha, água de rio ou lagoa, dois copos de vidro de alturas iguais para usar como suporte para a seringa. Coloca-se um pouco da água coletada na seringa e deixa uma gota na extremidade que servirá para o raio laser transpassa-la e a imagem será projetada na parede, que deve ter cor clara. Apresentado os materiais que seriam utilizados, questiona-se aos alunos “O que vocês acham que irá acontecer?”. Ficaram um pouco receosos em responder, mas



estavam bem curiosos e na expectativa do que iria acontecer. Comentários como “*Acho que vai explodir*” e “*Não faço ideia*” foram observados. Quando projetada a luz do laser sobre a gota, todos ficaram em silêncio e na expectativa, porém, infelizmente, por ser durante o turno diurno, mesmo fechando todas as cortinas, não conseguimos uma escuridão absoluta o que dificultou a projeção, mas puderam visualizar seres que se moviam e estavam presentes na gota e ficaram surpresos com o que estavam visualizando. Quando questionados sobre o que estavam vendo, citaram “*seres microscópicos e microrganismos*”. Para solucionar o problema da imagem, utilizei um microscópio com projeção da imagem por meio do *datashow* e tornei a mostrar a imagem formada através da visualização de uma gota de água, agora a expressão “*ohhhhh!*” foi exclamada pela turma. Alguns demonstraram curiosidade e comentaram que nem imaginavam que havia isso água, outros acharam feio e disseram “*Ai, isso é nojento!*”

Com esta aula introdutória ao mundo dos microrganismos, podemos verificar que a maioria dos alunos já tem um conhecimento prévio dos termos microscópicos e alguns do termo microrganismos, apesar de não estarem familiarizados com as unidades de medida que os representam. Também não esperavam visualizar estes microrganismos em uma gota de água.

#### Atividade 2: “Microbioma humano”

Antes de iniciar esta atividade é feito uma retomada sobre o que foi visto nas aulas anteriores e reforçando o conceito de microrganismos. Esta aula começou com a projeção da seguinte imagem:

#### **Figura 6- Representação do microbioma humano.**

**“ Você é o que você não vê ” (DUARTE, 2016)**



Fonte: HOUZEL, 2014

OBS: A representação está fora de escala.

A partir da observação da imagem quando questionados sobre o que estavam observando citaram: microrganismos, células, bactérias, pessoa refletida no espelho, o que tem dentro do nosso corpo. Um aluno comentou: “Se estamos vendo não pode ser microrganismos porque é então macroscópico”. Nesse caso fica evidente a relação com a aula anterior, quando trabalhamos o conceito de microrganismos, então é reforçado a observação abaixo da figura que a representação está fora de escala e que, realmente, se não fosse isso não poderíamos chamar de microrganismos.

Quanto à questão de achar que existem microrganismos vivendo em nosso corpo, a maioria concorda que há microrganismos vivendo em nosso corpo tanto internamente quanto externamente e que estes podem ser bons ou ruins.

Em seguida foi passado o vídeo sobre microbioma humano disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VzPD009qTN4>. Após a visualização do vídeo ocorreu uma discussão sobre alguns pontos importantes do vídeo considerando o que chamou a atenção dos estudantes.

Algumas falas dos alunos sobre o vídeo:

*“As bactérias vão aumentando de acordo com o tipo de alimentação, elas crescem e ocupam espaço de outras”.*

*“Precisa haver um equilíbrio entre os microrganismos que habitam o nosso corpo”.*

*“Há uma grande quantidade de microrganismos vivendo em nosso corpo”.*

*“Microbioma é um conjunto de bactérias que vivem em nosso corpo, que são necessárias para manter nosso organismo saudável”*

*“A gente não vê essa quantidade de microrganismos que vivem em nosso corpo”.*

A proposição da situação problema se deu solicitando aos estudantes que imaginassem a seguinte situação:

Maria vai em direção ao espelho do seu quarto e ao se deparar com um reflexo parecido com a imagem acima fazendo referência a imagem de Houzel (2014), começa a gritar aterrorizada e em seguida ela acorda.

*- Ufa! Foi só um sonho - pensa a menina.*

Como você explicaria a Maria sobre a imagem que ela viu refletida no espelho em seu sonho? Os comentários feitos foram: *“pode ser sujeira”, “faz parte do microbioma dela”, “a parte interna microscópica dela” e “os microrganismos que estão no nosso corpo.”*

Como forma de sistematização do conhecimento foi feita uma discussão considerando o que é microbioma, a importância de conhecê-lo e fatores que podem afetá-lo.

Para finalização os alunos elaboraram textos referentes às suas conclusões que foram posteriormente utilizados para análises textuais em busca de IAC e TAP.

Um material de apoio adicional trazendo mais informações sobre o impacto da microbiota em nosso corpo foi indicada aos alunos uma reportagem que reporta o caso chamado de “o menino bolha” que ocorreu na década de 70. O link <https://www.youtube.com/watch?v=R22-jrUXZ-c> do vídeo foi disponibilizado aos alunos para que eles assistissem em casa e elaborassem um resumo sobre o que entenderam.

Nesta aula percebi que muitos alunos não estavam muito atentos com a discussão da aula, mesmo que não atrapalhassem a aula com conversas paralelas, mas também não participavam. Talvez a estratégia de utilização de projeção de imagem não tenha sido suficiente para chamar a atenção dos estudantes. Houve participações, mas limitadas a alguns estudantes. Quanto à proposta de elaboração textual foi notada uma reação aversiva por parte de alguns alunos como “*Ah! Tem que escrever texto.*”, mas todos entregaram a sua produção textual.

### Atividade 3: Qual microrganismo você é?

Antes de dar início a esta atividade é feito uma sistematização sobre o vídeo “o menino bolha”, questionando o que eles entenderam sobre o vídeo e discutindo os pontos mais relevantes, sendo que um dos comentários se encontra transcrito a seguir:

*“Ele nasceu com uma doença e meio que não podia entrar em contato com os microrganismos porque ele não tinha o sistema imunológico desenvolvido”.*

Para esta atividade os alunos receberam o link <https://forms.gle/GGw4quoyoX3mJwnC8> anteriormente a aula para responderem ao questionário e descobrirem qual o microrganismo tem a ver com a sua personalidade. Apenas poucos estudantes não tinham respondido ao quizz e responderam durante a aula, a maioria respondeu em casa. Demonstraram interesse por esta atividade e questionaram sobre o que teriam que fazer com o seu microrganismo e comentavam com os colegas qual havia sido o seu resultado perguntando o resultado dos demais. Foi solicitado aos alunos que haviam obtido os mesmos resultados que se reunissem em grupos. Cada grupo deveria ler a descrição do microrganismo presente no final do quizz e também puderam pesquisar mais sobre o microrganismo na internet, considerando os seguintes pontos:

- a) Qual local do corpo humano o microrganismo pode ser encontrado?
- b) Qual a função que o microrganismo realiza no corpo humano (se conhecida)?
- c) Quais outros locais o microrganismo pode habitar (se aplicável)?
- d) O que a presença ou ausência deste microrganismo pode causar?

Realizada a pesquisa os alunos tiveram que elaborar um mapa mental sobre este microrganismo para posterior apresentação.

Para esta atividade estava previsto a utilização de uma aula, mas como havia a necessidade da elaboração do mapa conceitual em grupo e a apresentação, foram utilizadas três aulas para concluir esta atividade.

Todos produziram os mapas mentais, mas como se tratava de um questionário de personalidade teve equipes com um número grande de integrantes, que resolveu se subdividir de acordo com as afinidades. Sendo assim, para um microrganismo houve 3 mapas mentais elaborados, devido essa subdivisão. Também teve microrganismo que ficou com apenas um integrante e um microrganismo que não teve nenhum participante compatível. Quanto ao número de pessoas por microrganismos ficou assim:

- *Escherichia coli*: 1
- *Methanobrevibacter smithi*: 0
- *Neisseria meningitidis* :4
- *Neisseria sicca*: 6
- *Staphylococcus epidermidis*: 13
- *Staphylococcus aureus*: 3
- *Streptococcus mutans*: 1
- *Streptococcus sanguinis*: 4

Após a elaboração dos mapas conceituais ocorreram as apresentações, nas quais cada equipe comentou sobre as principais características do seu microrganismo e os itens sugeridos para a pesquisa. As imagens dos mapas conceituais produzidos constam nos anexos.

#### Atividade 4: Ubiquidade dos microrganismos

Esta atividade também ocorreu no laboratório da escola em duas aulas intercaladas. Os alunos se organizaram em quatro equipes. Na primeira aula foram apresentados aos alunos os

materiais necessários para a realização da prática. O meio de cultura fora preparado previamente pela professora com materiais caseiros, como a gelatina incolor e o caldo de legumes. Foi realizada uma discussão sobre a forma de preparo dos meios de cultura e a função de cada ingrediente. Em seguida foi apresentada a situação problema aos alunos:

- 1) Cada equipe de alunos representou um grupo de pesquisadores que recebeu a missão de investigar qual seria o local da escola com maior ocorrência de microrganismos. Cada grupo teve que levantar hipóteses e escolher um local justificando sua escolha.
- 2) Investigaram também a ocorrência de microrganismos em nosso corpo. Foram questionados sobre qual das seguintes áreas do nosso corpo eles esperam encontrar maior ocorrência de microrganismos: nos pés, nas mãos, nos espaços entre os dedos, embaixo das unhas ou na boca. Cada grupo teve que escolher uma área do corpo de algum voluntário para coleta de material e semeadura do meio de cultura.

Logo que fora apresentado o problema, já ocorreu aumento do nível de agitação dos estudantes, com alguns prontamente sugerindo quais seriam os lugares. Foi explicado como seria o procedimento de semeadura dos meios com a utilização de cotonetes esterilizados e ao redor das lamparinas para evitar contaminação do ambiente. Foram bem participativos e durante a saída pela escola para realizar a contaminação a equipe toda ia junto animada em realizar o procedimento. Cada equipe poderia levantar hipóteses de dois lugares da escola e dois lugares do corpo humano. Apesar de haver sugestões de contaminação em relação ao corpo humano, houve uma nova sugestão de uma equipe o umbigo. Os lugares da escola sugeridos pelos alunos foram: maçaneta da porta, bebedouro, lixeiro, corrimão, torneira, depósito, livro e vaso sanitário. Os lugares do corpo foram: umbigo, pé, mucosas, unha, mão e entre os dedos. Ficaram curiosos em saber como seria o resultado, e em determinado momento uma aluna levantou a seguinte questão: *“mas como professora que a gente vai visualizar esses microrganismos? Ah, fiquei bem curiosa!”*.

Passados cinco dias, foi realizada a observação das placas contaminadas. Quando da chegada ao laboratório todos posicionaram-se ao redor da mesa, demonstrando empolgação em ver o que poderia ter acontecido. Expressões como *“Ah, eu quero ver minha bactéria!”* e *“Ei, dá um lugarzinho aí! Eu também quero ver.”* foram comentadas. Foi solicitado que observassem com atenção os meios de cultura, analisando aspectos como forma, coloração,

quantidade de proliferação e consistência das colônias. Em seguida foi realizada uma discussão referente ao local que houve a maior proliferação, ao tipo de microrganismos que devem estar presentes ali e ao que poderia ter influenciado no crescimento dos microrganismos. As placas com maiores proliferações citadas pelos alunos foram o lixeiro e o corrimão e, em relação as partes do corpo amostradas, a mucosa e as unhas. As placas menos contaminadas foram vaso sanitário e mãos. Quando questionados porque agora de alguma forma conseguíamos observar os microrganismos no meio de cultura e no momento da coleta com o cotonete não conseguíamos relataram: *“Eles foram se alimentando e crescendo”* e *“Eles foram se reproduzindo”*. E quando questionados onde poderíamos encontrar esses microrganismos relataram: *“Em qualquer lugar”*, culminando com o questionamento de uma aluna: *“Até do ar?”*

Alguns estudantes comentaram achar nojento o aspecto das placas e um aluno comentou no final: *“Professora, não pego mais no corrimão da escola por causa das bactérias”*.

No final das discussões foi solicitado que elaborassem os registros de como fora o procedimento da aula, do resultado obtido do seu meio de cultura por meio de desenhos, comparassem o levantamento de hipóteses feito no grupo com o resultado obtido e elaborassem suas conclusões.

**Figura 7- Imagens dos meios de cultura produzidos.**



Fonte: Arquivo de registros da autora.

#### Atividade 5: Microrganismos x alimentação

Para iniciar esta aula fora preparada anteriormente uma garrafa PET (poli tereftalato de etila) com leite e deixada a temperatura ambiente e exposta a irradiação solar durante cerca de 7 dias, para que esta ficasse estufada. Foi mostrada aos alunos esta garrafa e uma outra na qual fora colocada leite naquela mesma manhã, para observar a diferença entre as duas. Então a questão problema foi apresentada: *“O que deixou a garrafa estufada?”* As seguintes expressões

ou palavras foram identificadas nos discursos: “*Coalhou o leite*”, “*A pressão*”, “*Lactobacilos vivos*”, “*O leite fermentou*”, “*O leite engrossou*”, “*O Sol*”, “*Proliferação de bactérias, devido ao calor*” e “*A professora forneceu as condições ideais para eles fermentarem, os nutrientes do leite o calor do Sol*”. Durante a observação da garrafa e discussão do que teria ocorrido, se mostraram consternados e curiosos em observar e, inclusive gerando alguns conflitos por conta da demora em passar a garrafa, os próprios alunos solicitaram silêncio aos demais para que a aula pudesse continuar.

Após a discussão foram projetadas imagens de alimentos produzidos por meio da fermentação como: queijo, kefir, iogurte, leite fermentado, vinho, vinagre e pão. Foi questionado se havia alguma relação desses alimentos com o que tínhamos discutido e todos concordaram que havia uma relação. Foram postas as questões de problematização, com as quais se mostraram bastante participativos, muitas vezes falando todos ao mesmo tempo, sendo necessária a organização da ordem de fala para um de cada vez. Sobre cada alimento foi questionado sobre como seriam produzidos, o que seria necessário para sua fabricação, o que estaria sendo representado nas imagens. O alimento que demoraram a reconhecer foi o kefir, por fim, sendo lembrado por uma aluna. Durante a discussão foi possível observar que os alunos relacionaram a fabricação dos alimentos com o processo de fermentação e também citaram organismos responsáveis por essa fermentação como bactérias e lactobacilos. Foram unânimes em dizer que o fermento para o preparo do pão é necessário para a massa crescer, e quando questionados sobre o conteúdo do fermento biológico, um silêncio breve tomou conta da sala até que uma aluna respondeu: “*Fungos*”.

Realizadas as discussões, a turma foi dividida em sete equipes e sorteado um alimento para cada equipe. Como atividade coletiva eles realizaram uma pesquisa sobre o alimento e o modo de produção para elaboração de um infográfico contendo um número máximo de 20 palavras e figuras referentes ao tema para uma posterior apresentação.

Devido à produção dos infográficos houve a necessidade de 3 aulas para a realização desta atividade. Todas as equipes apresentaram nos seus infográficos as informações sobre o modo de fabricação do alimento, associando com o tipo de fermentação envolvida. Os infográficos produzidos constam no anexo F.

#### Atividade 6: Analisando o microbioma do sistema digestório e os efeitos dos antibióticos.

Para realização desta atividade foram necessárias duas aulas seguidas. No início foram apresentados os materiais que seriam utilizados na investigação do microbioma, foi explicado

que cada uma das 5 equipes receberia um pote plástico transparente representando o microbioma de uma pessoa fictícia. Como mostra as imagens abaixo:

**Figura 8 - Potes plásticos com personagens fictícios representando o seu microbioma.**



Fonte: Arquivo de registros da autora.

**Figura 9 - Formas de macarrão presentes em cada microbioma.**



Fonte: Arquivo de registros da autora.

Foi explicado o procedimento aos alunos e entregue um modelo representando os gêneros de bactérias que poderiam compor o microbioma e um modelo das bactérias que eram suscetíveis ao antibiótico.



**Figura 10- Formas de macarrão com seus respectivos nomes fictícios e as formas suscetíveis a ação dos antibióticos.**



Fonte: Arquivo de registros da autora.

Cada equipe recebeu uma folha com os itens que deveriam ser investigados e respondidos de acordo com o microbioma recebido (ver apêndice). No item ‘analisando a diversidade do microbioma’ nenhuma equipe apresentou dificuldades em analisar e responder as questões. No item ‘perturbação ao microbioma’ foi dito aos alunos que imaginassem a seguinte situação: Esta pessoa, do microbioma do sistema digestório que eles estavam analisando, sofrera um acidente e teve um corte profundo na perna que foi infectado e precisou tomar um antibiótico de amplo espectro (que tem ação sobre um grande número de microrganismos) durante 7 dias. Foi escolhido um integrante da equipe para simular ação do antibiótico em alguns gêneros das bactérias do microbioma, para isso o aluno(a) deveria retirar uma forma de macarrão suscetível ao antibiótico por vez durante 3 minutos. Nesta etapa algumas equipes apresentaram dificuldades em responder à questão do porquê o macarrão de cor marrom sobreviveu ao antibiótico, ao contrário do ocorrido com as formas de cor verde e amarelo. A maioria das equipes respondeu em relação a ser “*imune*” ao antibiótico, “*por ser forte*” e uma equipe comentou sobre “*resistência*”. Já no item ‘colonização por patógeno oportunista’ os alunos receberam um vidro de conserva contendo as bactérias do ambiente, representadas por tipos diferentes de feijões, milho e semente de girassol para simular a recomposição do microbioma.

**Figura 11- Imagem do vidro com as formas de feijões representando as bactérias do ambiente.**



Fonte: Arquivo de registros da autora.

Após responder as questões, os alunos foram informados que as sementes de girassol representavam uma bactéria patogênica conhecida como *Clostridium difficile* e o milho representava outra bactéria patogênica chamada *Vibrio cholerae*. As equipes deveriam pesquisar sobre a ação dessas bactérias no organismo da pessoa infectada e o modo de prevenção. Realizada a pesquisa foi feita uma discussão final como forma de sistematização do conhecimento, considerando a ação dos antibióticos no microbioma, como manter um microbioma saudável, a ação das bactérias pesquisadas e como evitar a contaminação por bactérias patogênicas. Quando questionados sobre como podemos nos contaminar com as bactérias do ambiente citaram: “No dia a dia”, “Colocando a mão no corrimão da escola”, “Cumprimentando alguém”, “Tocando alguém” e “Quando respira”. E sobre como poderíamos evitar a infecção por bactérias patogênicas citaram: “Lavando os alimentos”, “Higienização” e “Esterilização dos objetos”. A partir destas discussões, das discussões em grupo e da realização da atividade cada aluno elaborou e apresentou sua conclusão em forma de texto.

No decorrer desta atividade houve participação ativa dos estudantes com divisão de tarefas como contar as formas de macarrão, fazer os registros na folha, simular a retirada das formas mortas pela ação do antibiótico e notou-se a interação e discussão entre os membros da equipe para responder as questões solicitadas.

Atividade 7: Análise crítica de uma situação real: “As superbactérias.”

Esta atividade foi iniciada com a entrega de uma cópia do texto **“Superbactérias avançam no Brasil e levam autoridades de saúde a correr contra o tempo”** de autoria de Keila Guimarães da BBC Brasil. O texto encontra-se disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-40561948>. Acesso em 03 abril de 2019.

Os alunos realizaram a leitura individual do texto, depois por meio das questões de problematização foi feita uma discussão sobre o texto. Quando questionados sobre o que entenderam por superbactérias comentaram: *“São bactérias fortes”* e *“Que são resistentes aos antibióticos e muito perigosas”*. Alguns afirmaram que já tomaram antibiótico sem receita médica. Em relação ao que entenderam sobre resistência bacteriana e o uso de antibióticos um aluno afirmou: *“Com isso ocorre a seleção natural, as bactérias que sobrevivem ficam mais resistentes aos antibióticos e se proliferam”*. Quando questionados sobre o que podemos fazer para amenizar a situação comentaram: *“Evitar o uso excessivo dos antibióticos e sem recomendação médica”*.

Após a discussão sobre o assunto foi solicitado aos alunos que produzissem um texto argumentativo considerando os seguintes pontos:

- O que você entendeu por superbactérias;
- Resistência antimicrobiana;
- Utilização de antibióticos de forma não controlada;
- Situação do Brasil referente ao tema. Porque as superbactérias avançam no Brasil?

Para esta atividade também houve a necessidade de maior número de aulas do que o previsto, devido a tempo necessário para a produção textual e também ocorreram interrupções durante a aula para recados da direção, sendo no total utilizadas duas aulas.

Ao término da sequência percebeu-se que as atividades em que houve maior participação dos estudantes na discussão e que se mostraram mais interessados com a realização da atividade foram: “Do micro ao macro”, “Qual microrganismo você é”, “Microrganismos x alimentação”, “Ubiquidade dos microrganismos” e “Analisando o microbioma do sistema digestório”. Já nas atividades “Microbioma humano” e “Análise crítica de uma situação real: As superbactérias” notou-se uma menor participação dos estudantes nas discussões, apesar de todos realizarem a atividade de produção textual.

## 5.2 Análise dos Registros Escritos

Em nossa pesquisa propusemos o seguinte problema: “Quais as contribuições que uma Sequência de Ensino Investigativa pode promover no processo de Alfabetização Científica dos alunos do 2º ano do Ensino Médio?”

Para respondermos tal problemática, buscaremos nos registros escritos produzidos pelos alunos, os Indicadores de AC (SASSERON, 2008) e o uso de argumentos de acordo com padrão proposto por Toulmin (2006), já que o discurso escrito é uma das possíveis formas de argumento. Concebemos que estes Indicadores de AC podem ser utilizados como instrumentos para o reconhecimento de habilidades e como estas estão ocorrendo e se desenvolvendo nos alunos, pois se espera que tais habilidades possam se amplificar através de estratégias pedagógicas que almejam uma AC (SCARPA; SILVA, 2013).

Nesta etapa será feita a análise dos registros escritos produzidos pelos alunos, textos estes que foram elaborados no final da aplicação de algumas atividades que compuseram a SEI, oportunizando a todos os alunos, expressarem suas conclusões referente a temática trabalhada, pois nem todos se manifestaram durante as discussões em sala, ressaltamos ainda que a maioria dos alunos escreveu sobre os seus entendimentos e entregou os seus textos, porém, selecionamos apenas alguns registros para efetuarmos as análises. As imagens dos textos selecionados constam na lista de anexos desse trabalho.

- **A2 - MICROBIOMA HUMANO**

O objetivo geral desta atividade 2 foi conhecer o significado do termo microbioma humano bem como sua importância e utilização. Como resultado, os/as estudantes elaboraram textos a respeito de suas conclusões referente ao tema microbioma humano. O material produzido pelos/as estudantes serviu como fonte de dados para a realização das buscas dos IAC e do uso da argumentação. Abaixo estão exemplos de análises dos dados feitas à luz dos instrumentos metodológicos selecionados para esta pesquisa.

### **Quadro 4—Registro do aluno A01 sobre o tema microbioma.**

<p>O microbioma é formado dentro da gente, na maior parte no estômago, esse microbioma é formado por microrganismos que vivem nele desde o momento do nosso</p>
---

nascimento e a partir desse momento ele vai crescendo e recebendo novos microrganismos.

Esses microrganismos são muito importantes para o nosso corpo, dependendo do nosso modo de alimentação e nosso modo de vida, nós podemos cultivar microrganismos bons ou alguns ruins, que podem prejudicar o nosso sistema e conhecendo como funciona um microbioma e os microrganismos que nele vivem, nós podemos cuidar e manter esses microrganismos bons.

Com isso o microbioma pode afetar nas nossas escolhas de que comer, por exemplo se eu comer coisas saudáveis eu vou manter e aumentar mais a quantidade de microrganismos bons, caso eu coma só fast-food ou coisas gordurosas, eu aumento esses microrganismos ruins, que podem fazer a gente engordar.

Muitos desses microrganismos, bons ou ruins, vão influenciar a nossa alimentação.

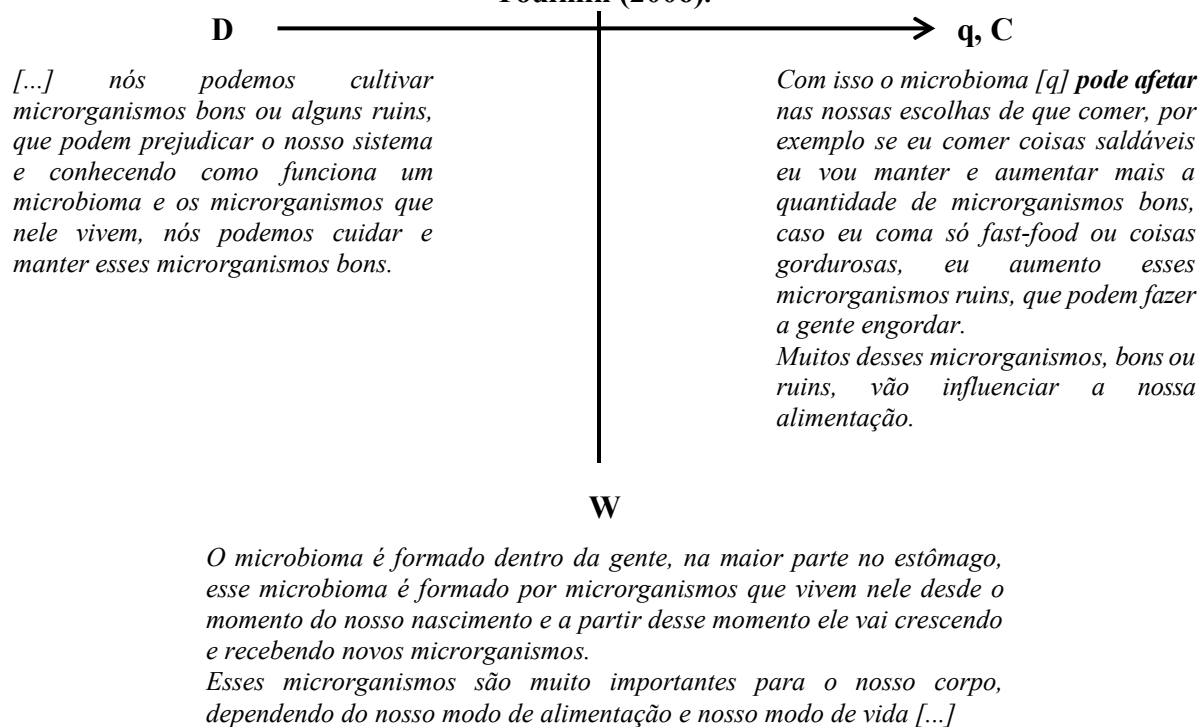
Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando de acordo com Indicadores de AC, no início do segundo parágrafo o aluno A01 **levanta uma hipótese**: [...] *nós podemos cultivar microrganismos bons ou alguns ruins, que podem prejudicar o nosso sistema e conhecendo como funciona um microbioma e os microrganismos que nele vivem, nós podemos cuidar e manter esses microrganismos bons*. Em seguida apresenta uma **previsão** “*Com isso o microbioma pode afetar nas nossas escolhas de que comer*” na sequência surge uma **explicação** para a hipótese levantada: “*por exemplo se eu comer coisas saudáveis eu vou manter e aumentar mais a quantidade de microrganismos bons, caso eu coma só fast-food ou coisas gordurosas, eu aumento esses microrganismos ruins, que podem fazer a gente engordar*”. Percebemos uma **justificativa** formada para a sua explicação “*O microbioma é formado dentro da gente, na maior parte no estômago, esse microbioma é formado por microrganismos que vivem nele desde o momento do nosso nascimento e a partir desse momento ele vai crescendo e recebendo novos microrganismos*”. Apesar de citar de forma equivocada o estômago como sendo o principal órgão relacionado com o número de microrganismos, podemos entender que o aluno quis relacionar com a microbiota intestinal, sendo possível inferir que houve o estabelecimento de uma relação entre os possíveis hábitos alimentares com o surgimento de novos microrganismos que compõem o microbioma e que dependendo de nossas escolhas podemos desenvolver um microbioma saudável ou não.

Os indicadores de AC explicação e justificativa no texto do estudante fornece pista de que houve um processo argumentativo. Em termos práticos, a passagem da hipótese para a explicação baseada em justificativa sucedida de previsão é um indício que um argumento foi construído conforme o padrão de argumento de Toulmin.

Nessa perspectiva, o registro do aluno A01 foi analisado e configurado conforme o *layout* do padrão de argumento de Toulmin para verificação dessa compreensão.

**Figura 11- Registro do aluno A01 conforme o *layout* do padrão de argumento de Toulmin (2006).**



Fonte: Elaborada pela autora.

Este registro mostra a elaboração de um argumento de acordo com os elementos básicos do TAP, a partir de um dado (D) a elaboração de uma conclusão (C) tendo uma garantia (W) que faz essa conexão entre dado e conclusão, mostrando como o argumento passa de dado para conclusão. Apresenta ainda um qualificador modal (q) (**pode afetar**) que apoia a conclusão.

Em seguida apresentamos o registro da aluna A02.

**Quadro 5 –Registro do aluno A02 sobre o tema microbioma.**

O microorganismo são seres que não podemos ver a olho nu, ou seja, microscópicos. E microbioma seria o ambiente em que eles se encontram.

Entramos em contato com esses microorganismos logo quando saímos de nossa mãe, entramos em contato com o ambiente e com o leite materno. Pelo parto normal criamos sistemas imunológicos mais rápido e estamos menos propensos a desenvolver doenças do que no parto cesariana.

Temos microorganismos bons e ruins, há um equilíbrio, porém se não nos cuidarmos, por exemplo, da nossa alimentação, somente comendo besteiras, nossos organismos continuarão isso, gerando assim obesidade.

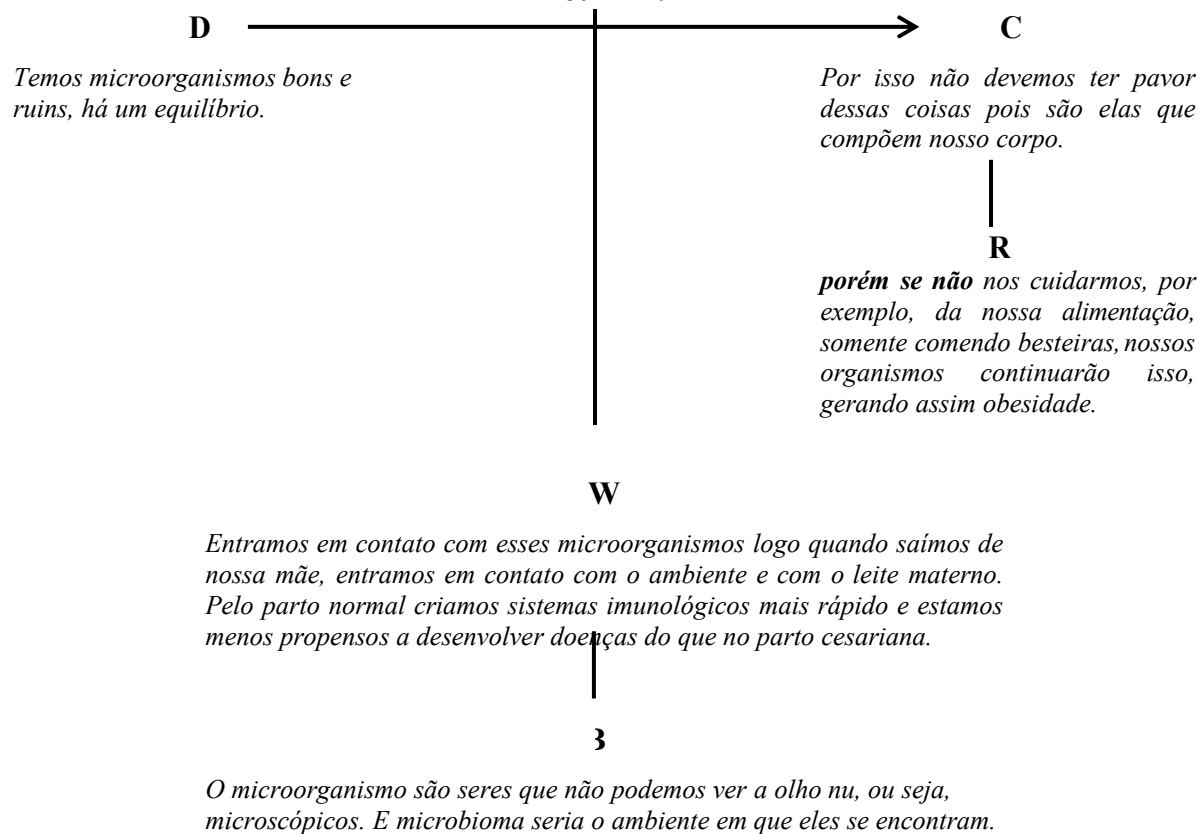
Por isso não devemos ter pavor dessas “coisas” pois são elas que compõem nosso corpo.

Fonte: Elaborado pela autora.

Logo no início do texto da aluna A02 notamos uma **organização e classificação das informações** quando esta menciona “*O microorganismo são seres que não podemos ver a olho nu, ou seja, microscópicos. E microbioma seria o ambiente em que eles se encontram*”. Quando apresenta a sua definição do que é um microrganismo e estabelece a conexão entre microrganismo e microbioma, percebemos a relação com os conceitos trabalhados na atividade 1 “Do micro ao macro” e a organização destes conceitos para compreensão do que é um microbioma. Apresenta uma **hipótese** “*Temos microorganismos bons e ruins, há um equilíbrio*”. Em seguida já indica uma **justificativa** “*porém se não nos cuidarmos, por exemplo, da nossa alimentação, somente comendo besteiras, nossos organismos continuarão isso, gerando assim obesidade*”. A **explicação** levantada para sua hipótese “*Por isso não devemos ter pavor dessas “coisas” pois são elas que compõem nosso corpo*”. No final do texto expõe mais uma **justificativa** baseada em sua explicação “*Entramos em contato com esses microorganismos logo quando saímos de nossa mãe, entramos em contato com o ambiente e com o leite materno. Pelo parto normal criamos sistemas imunológicos mais rápido e estamos menos propensos a desenvolver doenças do que no parto cesariana*”.

Nota-se neste texto da aluna A02 a definição do conceito de microbioma e a relação entre uma má alimentação e um possível desequilíbrio nos microorganismos que compõem o microbioma, além de deixar evidente o início da formação do microbioma, logo após o nascimento. Com base nos IAC indicados no texto, observam-se indícios de que o processo de argumentação está em andamento, pois a partir da hipótese levantada ocorre a explicação amparada em justificativas, mostrando também que a construção do argumento apresentado segue os elementos do padrão de Toulmin.

**Figura 12- Registro da Aluna A02 conforme o layout do padrão de argumento de Toulmin.**



Fonte: Elaborada pela autora.

Este registro da aluna A02 apresenta os componentes básicos do TAP, um dado (D), a conclusão (C) e uma garantia (W). Como elemento complementar ocorre o apoio (B) a garantia, de acordo com conhecimentos básicos. Também é possível notar uma condição de exceção, ou seja, de refutação (R) que faz com que a garantia perca força contestando suas deduções ao delimitar uma situação determinada em que a garantia é válida.

A seguir o registro da aluna A03:

**Quadro 6–Registro do aluno A03 sobre o tema microbioma.**

Microrganismos são seres microscópicos presentes em nosso corpo, nele se encaixa o vírus, bactéria, fungos, protozoários, entre outros. O conjunto desses microrganismos que estão espalhados pelo nosso corpo, denomina-se microbioma. As bactérias tem em promover um sistema imunológico forte e nos manter saudáveis. A dieta desempenha um papel importante no estabelecimento da saúde intestinal para conter boas bactérias. Pesquisas revelaram que existe uma ligação direta entre os microbiomas de uma pessoa,



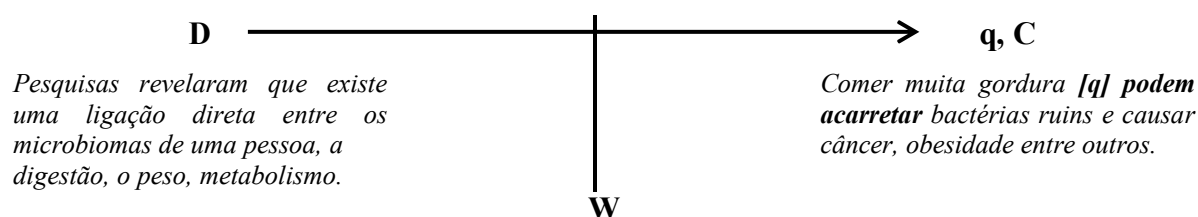
a digestão, o peso, metabolismo. Comer muita gordura podem acarretar bactérias ruins e causar câncer, obesidade entre outros.

Fonte: Elaborada pela a autora.

Neste registro da aluna A03 podemos perceber, de acordo com os Indicadores de AC, que há **organização e classificação das informações** quando afirma: *“Microrganismos são seres microscópicos presentes em nosso corpo, nele se encaixa o vírus, bactéria, fungos, protozoários, entre outros. O conjunto desses microrganismos que estão espalhados pelo nosso corpo, denomina-se microbioma”*, pois demonstra uma compreensão do conceito de microrganismos, citando inclusive exemplos e a definição do termo microbioma. Há um **levantamento de hipótese** ao citar que: *“Pesquisas revelaram que existe uma ligação direta entre os microbiomas de uma pessoa, a digestão, o peso, metabolismo”*, a aluna apresenta uma **previsão** para a sua afirmação acompanhada ainda de uma **explicação** para a hipótese levantada *“Comer muita gordura podem acarretar bactérias ruins e causar câncer, obesidade entre outros”*. Para confirmar a autenticidade de sua afirmação indica como **justificativa**: *“As bactérias tem em promover um sistema imunológico forte e nos manter saudáveis. A dieta desempenha um papel importante no estabelecimento da saúde intestinal para conter boas bactérias”*, apesar da frase não estar bem elaborada, percebe-se que a aluna tenta fazer uma relação entre as bactérias e suas contribuições para manter sistema imunológico forte. Também demonstra o **raciocínio lógico** na organização das informações, pois a aluna faz uma associação entre a presença de microrganismos e um bom funcionamento do sistema imunológico, além de também relacionar a má alimentação com o surgimento de bactérias nocivas a nossa saúde, mostrando uma estrutura coerente em seu texto. Apoiado na presença dos indicadores de AC como explicação, justificativa e previsão possibilita verificarmos a organização de ideias e a obtenção de conclusões, que condizem com a argumentação e modelo de Toulmin.

A partir desta análise com os Indicadores de Alfabetização Científica, passamos a analisar de acordo com o TAP.

**Figura 13- Registro da Aluna A03 conforme o layout do padrão de argumento de Toulmin.**



*As bactérias tem em promover um sistema imunológico forte e nos manter saudáveis. A dieta desempenha um papel importante no estabelecimento da saúde intestinal para conter boas bactérias.*

|  
**B**

*Microrganismos são seres microscópicos presentes em nosso corpo, nele se encaixa o vírus, bactéria, fungos, protozoários, entre outros. O conjunto desses microrganismos que estão espalhados pelo nosso corpo, denomina-se microbioma.*

Fonte: Elaborada pela autora.

Neste registro da aluna A03 além de encontrarmos os elementos básicos do TAP, como o dado (D), conclusão (C) e a garantia (W), também surge um qualificador modal (q) (**podem acarretar**), que pode ser utilizado para qualificar a conclusão, deixando claro o grau da força que os dados proporcionam à conclusão devido a eficácia da garantia. Além disso apresenta também o elemento de apoio (B) a garantia, ou seja, que dá suporte a esta a partir de conhecimentos básicos, o que demonstra ser um argumento mais completo.

- **A6 – ANALISANDO O MICROBIOMA**

Nesta atividade 6 o objetivo geral foi analisar o microbioma do sistema digestório e compreender os efeitos da ação dos antimicrobianos. Após a realização das atividades em grupo, os alunos individualmente elaboraram os seus registros escritos baseados em suas conclusões sobre a temática. Este material também serviu como fonte de dados para encontrarmos os IAC e o uso da argumentação. A seguir estão alguns exemplos selecionados para a efetivação das análises.

**Quadro7 –Registro do aluno A04 sobre o tema análise do microbioma.**

Na aula prática aprendemos que o microbioma é muito importante para o ser humano. Que o microbioma é formado por vários tipos de microrganismos. É que se no caso acontecer um acidente com a pessoa, a pessoa pode receber antibióticos e pode danificar o microbioma assim perdendo muitas bactérias. Com a ação do antibiótico podem ser mortas algumas bactérias, que podem ser preenchidas por bactérias do meio ambiente ou do espaço onde o microrganismo habita.

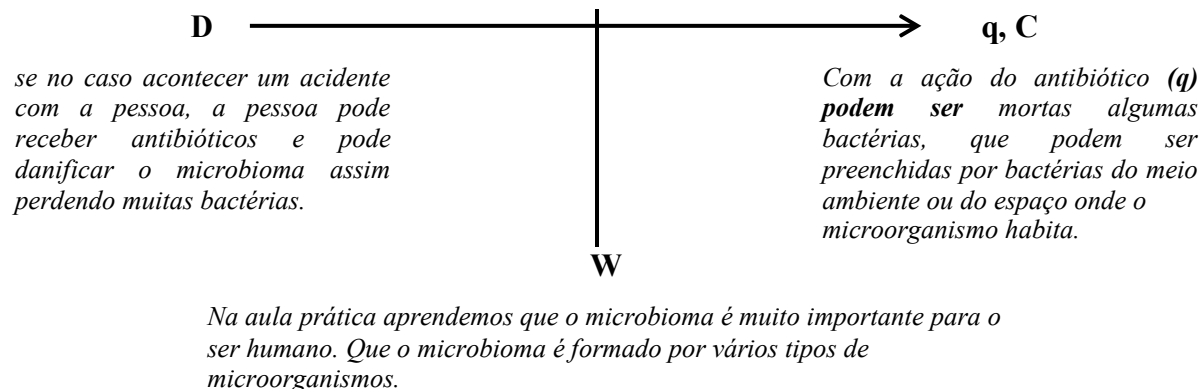
Fonte: Elaborada pela autora.

O aluno A04 faz o **levantamento de hipótese** “ *se no caso acontecer um acidente com a pessoa, a pessoa pode receber antibióticos e pode danificar o microbioma assim perdendo muitas bactérias*”. Constrói uma possível **explicação**, acompanhada de uma **previsão** para a

sua hipótese “Com a ação do antibiótico podem ser mortas algumas bactérias, que podem ser preenchidas por bactérias do meio ambiente ou do espaço onde o microorganismo habita” e a **justificativa** capaz de conferir autenticidade a sua proposição “Na aula prática aprendemos que o microbioma é muito importante para o ser humano. Que o microbioma é formado por vários tipos de microorganismos”.

É possível verificarmos a formação do argumento indicando o que pode acontecer com o microbioma quando se faz uso de antibióticos e coloca em evidência a reposição das bactérias mortas através das bactérias do ambiente. Aliado a justificativa essas sentenças, mesmo que de forma fracionária mostra que ação dos antibióticos é ampla e pode atingir as bactérias benéficas que constituem o microbioma, sendo necessário sua reposição, que poderá acontecer por bactérias do ambiente e também pela própria reprodução das bactérias remanescentes. Notamos que a construção do argumento do aluno A04 segue os elementos básicos propostos por Toulmin.

**Figura 14- Registro do aluno A04 conforme o layout do padrão de argumento de Toulmin.**



Fonte:Elaborado pela autora.

De acordo com TAP o registro apresenta os componentes básicos de um argumento: o dado (D), a conclusão (C) e a garantia (W) representando a estrutura básica que é a seguinte: “a partir de um dado D, já que W, então C”. Como elemento complementar exibe um qualificador modal (q) que reforça a conclusão.

**Quadro 8–Registro do aluno A05 sobre o tema análise do microbioma.**

Na aula estudamos e aprendemos mais sobre o microbioma usando tipos diferentes de macarrões. Aprendemos que existem diferentes microrganismos

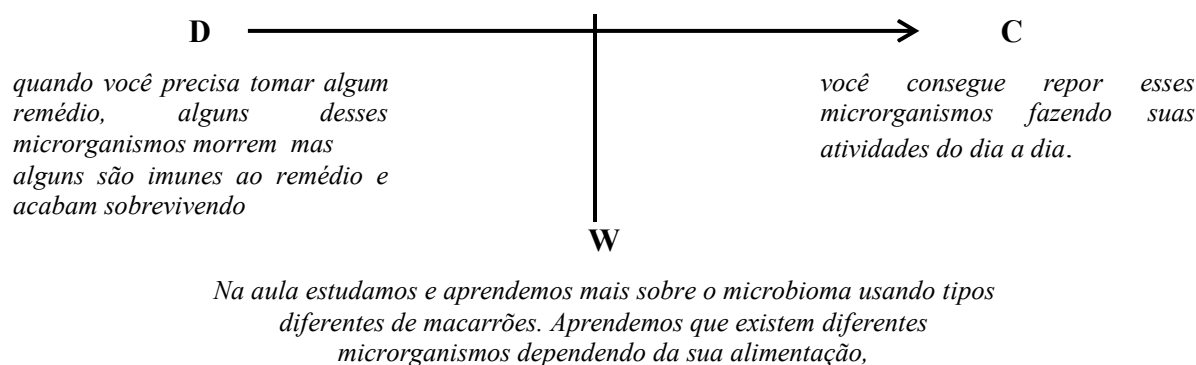
dependendo da sua alimentação, que quando você precisa tomar algum remédio, alguns desses microrganismos morrem mas alguns são imunes ao remédio e acabam sobrevivendo, você consegue repor esses microrganismos fazendo suas atividades do dia a dia.

Fonte: Elaborada pela autora.

O aluno A05 aponta o **levantamento de hipótese** “quando você precisa tomar algum remédio, alguns desses microrganismos morrem mas alguns são imunes ao remédio e acabam sobrevivendo”. Para uma possível **explicação** a sua hipótese “você consegue repor esses microrganismos fazendo suas atividades do dia a dia” e apoia-se em uma **justificativa** para inferir veracidade a sua proposição “Na aula estudamos e aprendemos mais sobre o microbioma usando tipos diferentes de macarrões. Aprendemos que existem diferentes microrganismos dependendo da sua alimentação”.

É admissível a menção do aluno A05 referente a questão da resistência microbiana, mesmo sendo apresentado de forma superficial, pois cita que alguns são imunes, o que evidencia uma relação com o aspecto de resistência antimicrobiana. Observamos que os IAC estão relacionados com organização de ideias e alcance de conclusões, caracterizando indícios da construção da argumentação que podem ser estruturados de acordo com o modelo de Toulmin.

**Figura 15 - Registro do aluno A05 conforme o layout do padrão de argumento de Toulmin**



Fonte: Elaborada pela autora.

- **A7 – ANÁLISE CRÍTICA DE UMA SITUAÇÃO REAL**

Nesta atividade 7 o objetivo geral foi entender o que são as superbactérias e os fatores que contribuem com a sua formação. Primeiramente foi realizado a leitura individual do texto, em seguida ocorreram as discussões e após foi solicitado aos estudantes que elaborassem um texto argumentativo sobre a situação apresentada. A partir desse material elaborado pelos alunos, selecionamos três exemplos para a realização das análises, que são apresentados a seguir.

**Quadro 9 –Registro do aluno A06 sobre o tema análise de uma situação real.**

**Texto 1: Combate em construção**

É possível bactérias resistirem a qualquer tipo de antibiótico? No plano atual esse tem sido um dos assuntos mais discutidos, em decorrência das chamadas superbactérias. Esses microrganismos são capazes de impedir a ação dos antibióticos, tornando-se cada vez mais imunes.

De início pode ser observado a resistência antimicrobiana. Essa espécie de “superpoder” faz com que as bactérias realizem mutações, vencendo os medicamentos. Logo após sobreviverem, elas se reproduzem e dão origem a novas superbactérias.

Ainda convém lembrar, que o maior erro acontece quando as pessoas decidem utilizar o antibiótico por conta própria. Esse mau uso transforma-o no vilão, pois pode ser utilizado de forma inadequada e desnecessária, prejudicando sua saúde. No Brasil, hospitais superlotados e ambientes com falta de higiene e saneamento básico, facilitam a disseminação das bactérias resistentes promovendo infecções.

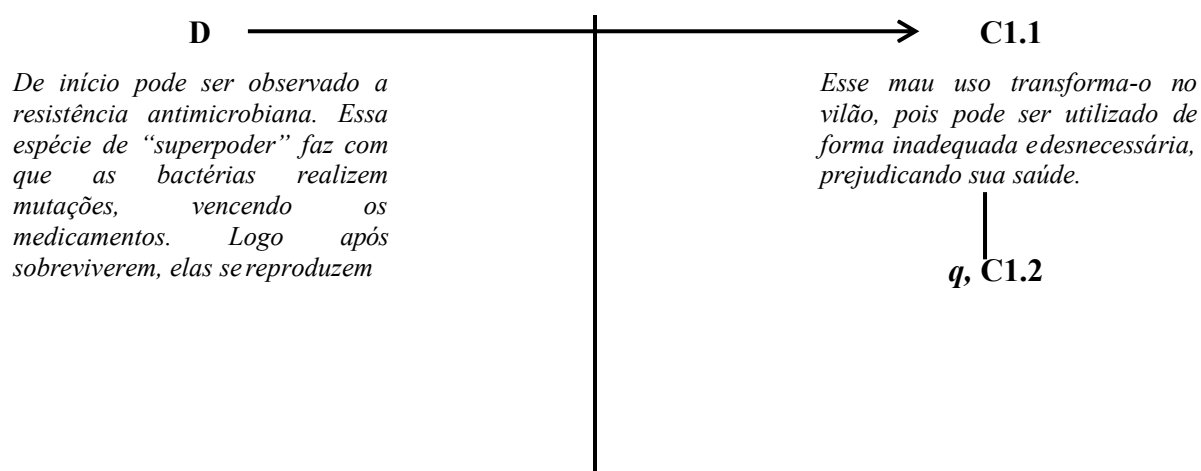
Pode-se mencionar também o uso de antibióticos em animais saudáveis, cujo objetivo é aumentar o crescimento e a produtividade. No entanto, a carne desse animal que virá a ser consumida, provavelmente tornará o nosso organismo resistente aquele antibiótico. Sendo assim, mais riscos são adicionados a saúde humana.

Uma vez reconhecidos esses fatos, cabe ao Ministério da Saúde produzir e distribuir cartilhas alertando todos os perigos da automedicação e da devida higiene, juntamente com palestras nas escolas informando as pessoas sobre o assunto. E a Organização Mundial da Saúde cabe o desenvolvimento de novos antibióticos, capazes de combater o avanço das superbactérias.

Logo no início do texto da aluna A06 de acordo com os IAC ocorre a **organização e a classificação das informações**, pois deixa evidente o tema do texto bem como a ação das superbactérias: “No plano atual esse tem sido um dos assuntos mais discutidos, em decorrência das chamadas superbactérias. Esses microrganismos são capazes de impedir a ação dos antibióticos, tornando-se cada vez mais imunes”. Em seguida apresenta sua **hipótese** para a situação: “De início pode ser observado a resistência antimicrobiana. Essa espécie de “superpoder” faz com que as bactérias realizem mutações, vencendo os medicamentos. Logo após sobreviverem, elas se reproduzem e dão origem a novas superbactérias”. Para que sua afirmação ganhe aval, desenvolve uma **justificativa** “o maior erro acontece quando as pessoas decidem utilizar o antibiótico por conta própria”. Durante o texto percebemos que mais uma **justificativa** é formada “Pode-se mencionar também o uso de antibióticos em animais saudáveis, cujo objetivo é aumentar o crescimento e a produtividade”. Também há a construção de **explicações** acompanhadas de **previsões** para a sua ideia “Esse mau uso transforma-o no vilão, pois pode ser utilizado de forma inadequada e desnecessária, prejudicando sua saúde” e “Uma vez reconhecidos esses fatos, cabe ao Ministério da Saúde produzir e distribuir cartilhas alertando todos os perigos da automedicação e da devida higiene, juntamente com palestras nas escolas informando as pessoas sobre o assunto”. “a carne desse animal que virá a ser consumida, provavelmente tornará o nosso organismo resistente aquele antibiótico. Sendo assim, mais riscos são adicionados a saúde humana”.

Por meio das sentenças apresentadas no texto da aluna A06, nota-se o entendimento de que as mutações podem ser uma das causas do surgimento das superbactérias e a correlação com o uso inadequado dos antibióticos, além de deduzir a necessidade de esclarecimentos a população, ou seja estabelece uma hipótese apoiada em justificativas para elaboração de explicações. Isso também pode ser estruturado de acordo com o modelo de Toulmin, sendo possível a partir do texto a elaboração de dois TAPs.

**Figura 16 TAP1 – desenvolvimento da resistência das bactérias  
Registro do aluno A06 conforme o layout do padrão de argumento de Toulmin**



e dão origem a novas superbactérias.

Uma vez reconhecidos esses fatos, cabe ao Ministério da Saúde produzir e distribuir cartilhas alertando todos os perigos da automedicação e da devida higiene,(q2) **juntamente** com palestras nas escolas informando as pessoas sobre o assunto.

W

o maior erro acontece quando as pessoas decidem utilizar o antibiótico por conta própria.

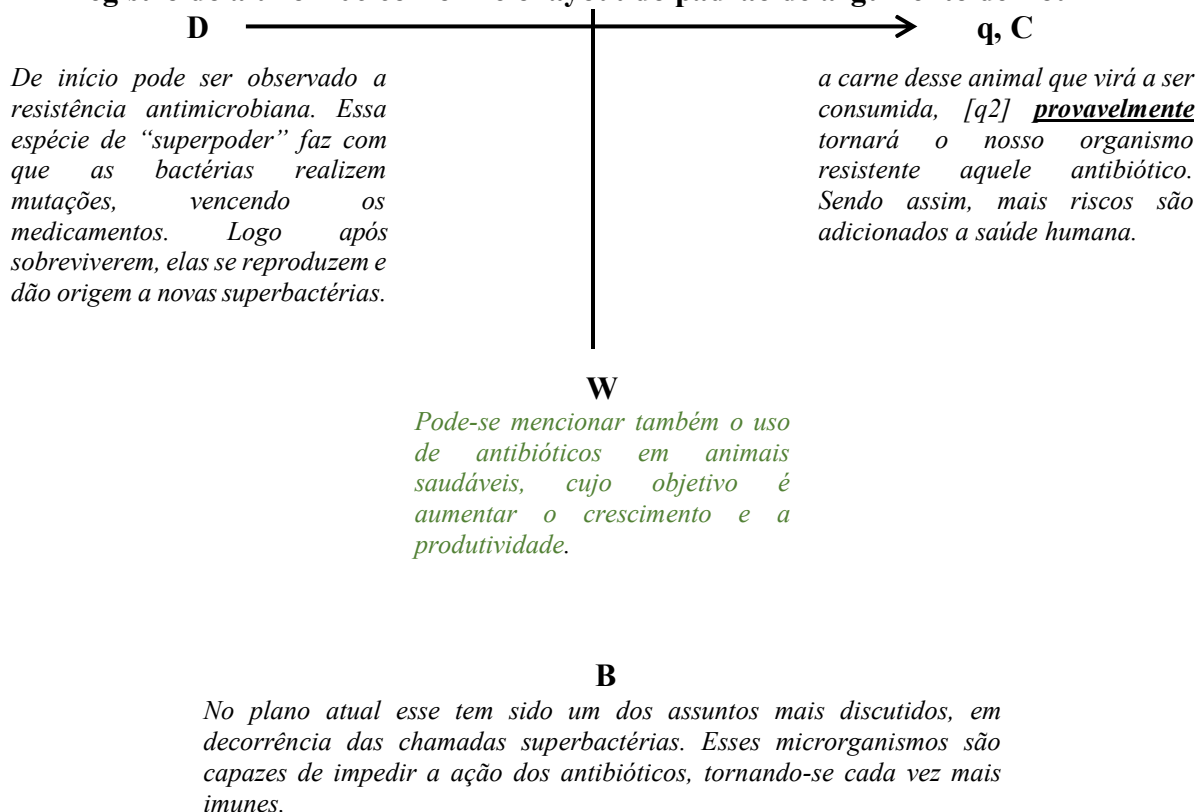
|

B

No plano atual esse tem sido um dos assuntos mais discutidos, em decorrência das chamadas superbactérias. Esses microrganismos são capazes de impedir a ação dos antibióticos, tornando-se cada vez mais imunes.

Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 17 TAP2 – disseminação das bactérias super-resistentes**  
**Registro do aluno A06 conforme o layout do padrão de argumento de Toulmin**



Fonte: Elaborada pela autora.

Com base nos elementos dos TAPs podemos inferir que houve a estruturação do argumento incluindo os elementos complementares do modelo como a presença do qualificador

modal (q) endossando a conclusão (C) a partir de uma garantia (W) e também o apoio (B), permitindo a construção de mais de uma conclusão baseada na temática da disseminação e desenvolvimento das superbactérias, trazendo indicadores da formação de argumentos completos de acordo com o padrão de Toulmin.

Seguimos com o texto do aluno A07.

#### **Quadro 10–Registro do aluno A07 sobre o tema análise de uma situação real.**

##### **Texto 2: As superbactérias no Brasil**

As superbactérias são bactérias normais que com o tempo ganham resistência a certos antibióticos, o que torna elas bactérias mais resistentes.

Existem alguns erros que cometemos que acabam criando essas superbactérias, o principal erro é o uso incorreto e desnecessário de antibióticos, muitos desses problemas estão relacionados com a pecuária.

Na pecuária são dados antibióticos para melhorar a performance dos animais, mesmo não estando doentes.

O uso errado de humanos e em animais faz com que bactérias normais fiquem mais resistentes e se tornem superbactérias.

A contaminação no Brasil acaba sendo facilitada pela estrutura dos hospitais que, com poucos médicos as filas acabam ficando muito grandes e o atendimento precisa ser rápido, com a velocidade necessária para atender a todos, alguns passos básicos acabam passando em branco.

Os procedimentos que poderiam e deveriam ser feitos para evitar a contaminação e a criação de superbactérias, o controle das fazendas deveria ser mais rigoroso e o controle de remédios aos animais.

Na parte dos hospitais o problema poderia ser controlado com mais médicos e maiores investimentos na saúde, assim procedimentos básicos não seriam esquecidos e a contaminação seria menor.

Fonte: Elaborada pela autora.

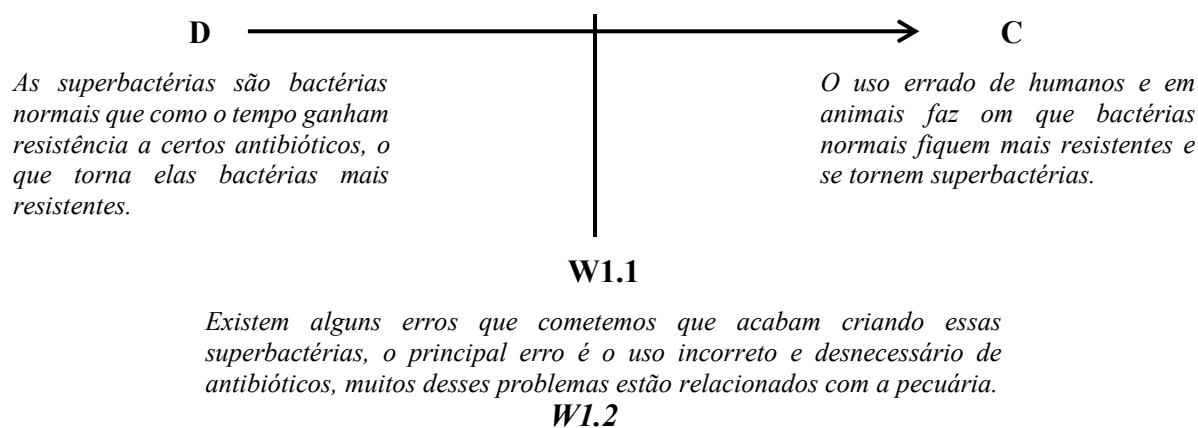
No texto do aluno A07 ocorre de acordo com IAC ocorre a formação de duas **hipóteses**: “*As superbactérias são bactérias normais que com o tempo ganham resistência a certos antibióticos, o que torna elas bactérias mais resistentes*” e “*A contaminação no Brasil acaba sendo facilitada pela estrutura dos hospitais*”. Ao mencionar **justificativas** para as suas



proposições lhes confere um grau de autenticidade: “*Existem alguns erros que cometemos que acabam criando essas superbactérias, o principal erro é o uso incorreto e desnecessário de antibióticos...*” “*Na pecuária são dados antibióticos para melhorar a performance dos animais, mesmo não estando doentes*”. “*com poucos médicos as filas acabam ficando muito grandes e o atendimento precisa ser rápido...*” .Assim ocorre a elaboração de suas **explicações**: “*O uso errado de humanos e em animais faz om que bactérias normais fiquem mais resistentes e se tornem superbactérias*”. “*Os procedimentos que poderiam e deveriam ser feitos para evitar a contaminação e a criação de superbactérias, o controle das fazendas deveria ser mais rigoroso e o controle de remédios aos animais*”. “*Na parte dos hospitais o problema poderia ser controlado com mais médicos e maiores investimentos na saúde, assim procedimentos básicos não seriam esquecidos e a contaminação seria menor*”.

Neste texto do aluno A07 podemos verificar que a partir do conceito do que são as superbactérias, ele constrói sua explicação sobre o uso inadequado de antibióticos que podem contribuir para o surgimento das superbactérias, apoiando-se em justificativas da utilização desnecessária dos antibióticos tanto por seres humanos quanto na pecuária, para melhora da performance animal. Neste texto do aluno A07 fica evidente o uso de quatro indicadores da AC: o **levantamento de hipóteses** a respeito do tema, a utilização de **explicações** para suas afirmações, o emprego de justificativas que sustentam suas ideias e o uso **de raciocínio lógico**, pois é perceptível a construção de argumentos por meio da estruturação coerente de pensamento. Nota-se que na elaboração do argumento do aluno A07 houve a formação dos elementos do padrão proposto por Toulmin, sendo assim, foi factível a produção de dois TAPs.

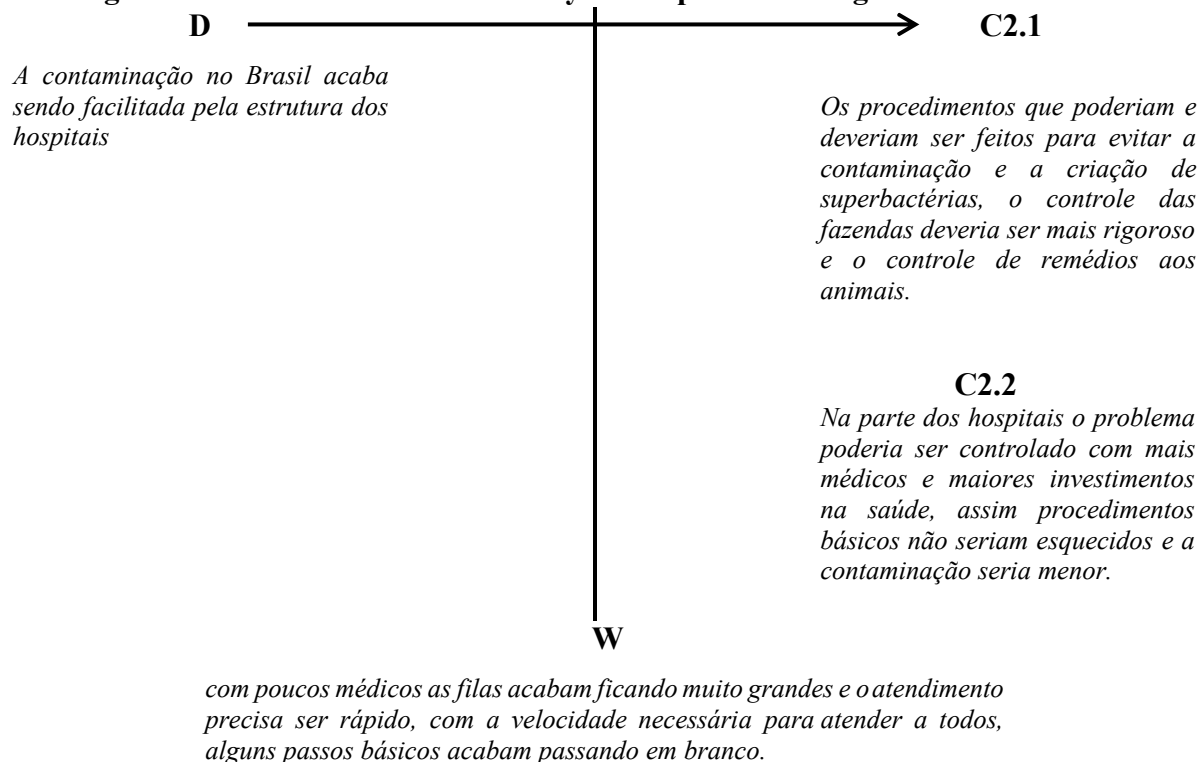
**Figura 18 TAP1 – uso inadequado dos antibióticos**  
**Registro do aluno A07 conforme o layout do padrão de argumento de Toulmin**



*Na pecuária são dados antibióticos para melhorar a performance dos animais, mesmo não estando doentes.*

Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 19 TAP2 – situação do Brasil referente as superbactérias.  
Registro do aluno A07 conforme o layout do padrão de argumento de Toulmin**



Fonte: Elaborada pela autora.

Por meio dos TAPs produzidos percebemos a estruturação de argumentos formados com elementos básicos do padrão de Toulmin, o dado, a garantia e a conclusão.

A seguir apresentamos o texto do aluno A08.

**Quadro 11–Registro do aluno A08 sobre o tema análise de uma situação real.**

**Texto 3: Superbactérias**

São consideradas “superbactérias” aquelas bactérias que sofrem mutação e se tornam resistentes a antibióticos. Essas bactérias são muito perigosas muitas vezes causam doenças que nem mesmo antibióticos mais fortes conseguem contê-las. Alguns índices mostram que elas são responsáveis por mais de 23 mil mortes anualmente.

Muitas vezes os próprios antibióticos utilizados de maneira errada causam essas mutações que as tornam resistentes. Isto também acontece porque pessoas sem receitas

medicinas compram antibióticos sem nenhuma necessidade e na maioria das vezes utilizam os antibióticos de maneira exagerada.

O Brasil estaria entre os países que tem risco de perder até 4,4% de seu PIB em 2050, segundo estimativa do Banco Mundial, muito disso se deve a superlotação dos hospitais e também o fato do país ser o terceiro a mais utilizar antibióticos na produção de proteína animal.

Desse modo a pecuária acaba sendo um dos principais elementos para a produção de bactérias resistentes pois os animais recebem esses antibióticos sem necessidade, muitas vezes só para melhorar a performance animal.

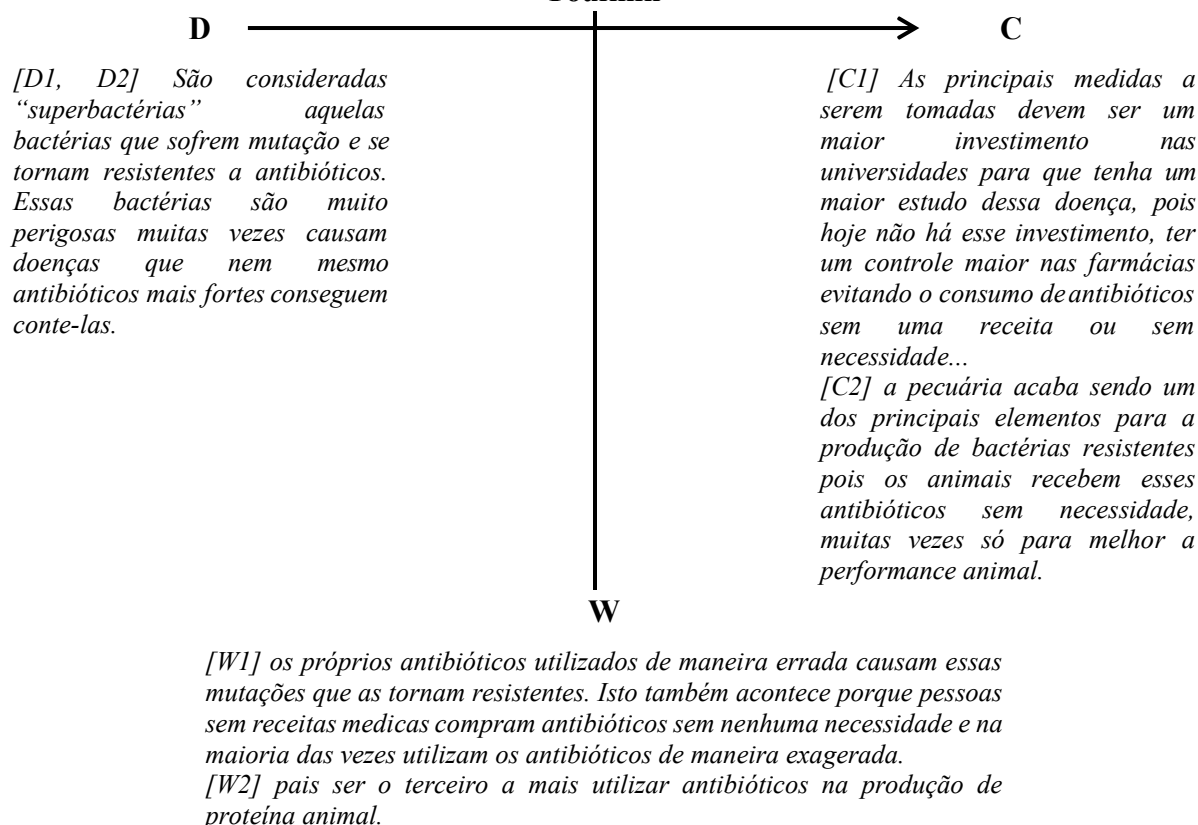
As principais medidas a serem tomadas devem ser um maior investimento nas universidades para que tenha um maior estudo dessa doença, pois hoje não há esse investimento, ter um controle maior nas farmácias evitando o consumo de antibióticos sem uma receita ou sem necessidade. Exigir uma qualificação melhor dos profissionais da saúde, pois muitas vezes a um diagnóstico inicial muito errado, que causa o uso de medicamento não há necessidade e isto serve para os antibióticos, exigir um acompanhamento dos internados quanto ao uso de antibiótico, para que evite a produção de superbactérias ou para pelo menos diminuir essa produção.

Fonte: Elaborada pela autora.

Com base nos IAC encontramos no texto do aluno A08 o **levantamento de hipóteses** “São consideradas “superbactérias” aquelas bactérias que sofrem mutação e se tornam resistentes a antibióticos. Essas bactérias são muito perigosas muitas vezes causam doenças que nem mesmo antibióticos mais fortes conseguem contê-las. ” Por meio da presença de **justificativas** demonstra confiabilidade a sua suposição: “ os próprios antibióticos utilizados de maneira errada causam essas mutações que as tornam resistentes...” e “o país ser o terceiro a mais utilizar antibióticos na produção de proteína animal”. Fazendo assim a produção de suas **explicações** “a pecuária acaba sendo um dos principais elementos para a produção de bactérias resistentes pois os animais recebem esses antibióticos sem necessidade, muitas vezes só para melhorar a performance animal” e “As principais medidas a serem tomadas devem ser um maior investimento nas universidades para que tenha um maior estudo dessa doença, pois hoje não há esse investimento, ter um controle maior nas farmácias evitando o consumo de antibióticos sem uma receita ou sem necessidade...”

O aluno A08 por meio do levantamento de hipóteses de que as superbactérias são muito perigosas apoia-se em justificativas sobre o uso inadequado de antibióticos para a produção de explicações de que um maior controle na venda dos antibióticos e qualificação profissional poderiam amenizar a situação, assim podemos verificar indícios da formação de elementos básicos da estruturação da argumentação condizentes com o modelo de Toulmin.

**Figura 20 TAP-Registro do aluno A07 conforme o layout do padrão de argumento de Toulmin**



Fonte: Elaborada pela autora.

Com base nas análises das argumentações realizadas utilizando os IAC e o TAP percebemos nos registros escritos que o processo argumentativo está ocorrendo, pois verificamos a presença de elementos condizentes com a estruturação de um argumento, visto que nos diversos registros é notável a apresentação de uma ideia amparada em justificativas. Fica evidente também a existência do ciclo argumentativo, que de acordo com Sasseron e Carvalho (2011b) é a maneira pela qual as argumentações se iniciam e como ocorre a relação entre dados e variáveis, sendo que o primeiro passo deste ciclo está relacionado com a posse dos dados, que pode ocorrer durante atividade prática, leitura de texto, discussões ou conhecimentos prévios, mas que é necessário organiza-los. O segundo passo é o trabalho com os dados onde as primeiras hipóteses começam a ser levantadas podendo estar apoiadas em

justificativas; finalizando o ciclo ocorre a formação de explicações a partir da produção de construções lógicas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi explorar as contribuições de uma sequência didática no ensino da Microbiologia na promoção da AC dos estudantes do Ensino Médio por meio de uma SEI. Para isso elaboramos uma sequência composta por sete atividades que visaram a promoção da autonomia e desenvolvimento da criticidade dos estudantes.

É fundamental que a escola trabalhe com práticas que estimulem a construção e a curiosidade para o conhecimento científico, pois desta forma contribui diretamente com a sociedade na qual a mesma encontra-se inserida, uma vez que, o educando estará capacitado ou até mesmo motivado para analisar, entender, intervir e transformar o seu meio social a partir dos conhecimentos científicos.

Ao possibilitar ao aluno um formato didático em que o seu papel na aprendizagem passa de um ouvinte para um papel ativo permite a este aluno se sentir participante deste processo no qual estará construindo significados.

O Ensino por Investigação permite ao professor propor atividades que podem ser diferentes daquelas ditas tradicionais, oportunizando ao aluno, vivenciar uma abordagem metodológica, como por meio das Sequências de Ensino Investigativas, que priorizam o seu conhecimento prévio e que vai além da manipulação de materiais de laboratório e seguimento de protocolos experimentais, pois estas oferecem condições para que eles possam levantar suas próprias suposições acerca dos problemas que lhes são apresentados.

Todavia as SEI só se tornarão um Ensino Investigativo se o professor objetivar o preparo de aulas que sejam mais dialogadas e sempre fazendo questionamentos aos alunos, para que estes possam refletir e argumentar, claro que isto não vai ser fácil, principalmente porque nós professores estamos acostumados com o formato de aulas expositivas, nas quais fomos formados, porém, se houver um pouco de vontade, podemos orientar as nossas aulas de modo a estimular a participação do aprendiz em seu próprio aprendizado (CARVALHO et al., 2014).

Segundo Munford e Lima (2007) é comum as pessoas acharem que o Ensino por Investigação obrigatoriamente tenha que envolver experimentações e atividades práticas ou que esteja restrito a elas. Mas pelo contrário, uma investigação pode ocorrer por meio de diferentes formas, como por exemplo: leitura de textos, vídeos, debates, produção textual, etc. Pensando desta maneira é que elaboramos as atividades presentes nesta SEI no ensino da Microbiologia e acreditamos que com este tipo de atividade é possível demonstrar que é exequível implementar aulas contextualizadas e significativas não somente no Ensino Médio, mas em qualquer etapa de ensino, e que estas podem ser favorecedoras de uma AC. Outro ponto a se destacar é a possibilidade de se trabalhar os conteúdos de Microbiologia de uma maneira a

evidenciar os aspectos benéficos a população e mostrar aos estudantes o quanto os microrganismos fazem parte da nossa vida e como podem ser importantes, inclusive para a nossa saúde, desmistificando o lado patogênico que por muitas vezes acaba sendo enfatizado, fazendo com os alunos associem diretamente os microrganismos com as doenças. Claro que não podemos negligenciar o fato que alguns são patogênicos, mas podemos fazer de uma forma que também possam conhecer os dois lados e principalmente contextualizando com o cotidiano para que assim se desperte o interesse e o engajamento dos alunos com o conteúdo.

O engajamento dos alunos durante as atividades ficou evidente principalmente quando interagiram com os materiais propostos durante a SEI, como o jogo de cartas, os meios de cultura, a garrafa estufada ou com potes de macarrão representando o microbioma. A interação dos alunos em grupos, também foi importante para realização das atividades propostas, como a organização das cartas na atividade 1 “Do micro ao macro”, na elaboração dos mapas conceituais, infográficos e na análise dos microbiomas, além de demonstrar a relevância da coletividade nesse processo, favorecendo a discussão entre pares, o saber ouvir, a divisão de tarefas e responsabilidades. Também temos que considerar a menor participação dos estudantes na atividade 2 e 7, nas quais os mesmos se mostraram menos interativos nas discussões e repensar a forma como foram elaboradas estas atividades e fazer os devidos ajustes e redesenho para que se tornem mais receptivas pelos estudantes. Talvez uma alternativa para um redesenho da SEI, seja a modificação da situação problema, pois relacionando com esse fato os autores Trivelato e Tonidantel (2015) colocam que no ensino por investigação o engajamento e a autonomia dependem de os estudantes reconhecerem a questão- problema, se esta questão se coloca distante ou fora da estrutura cognitiva do aluno não será reconhecida como um problema a ser investigado.

Para analisar os registros escritos utilizamos os IAC propostos por Sasseron (2008) e de acordo com Scarpa e Silva (2013), tais indicadores evidenciam o modo como um aluno reage e age durante uma investigação, ou seja, quais são as habilidades desenvolvidas pelos alunos durante a aplicação de uma SEI. Apesar de não podermos garantir que tais habilidades foram desenvolvidas na aplicação desta SEI, até mesmo porque não foram avaliados previamente, encontramos a partir da análise desses registros indicadores de AC presentes nos três grupos: o grupo da seriação, classificação e organização das informações, o grupo do raciocínio lógico e o grupo relacionado à compreensão da situação analisada como o levantamento de hipóteses, justificativa, previsão e explicação. Apesar de ficar evidente o maior registro em relação ao terceiro grupo citado, muito provavelmente devido aos registros escritos serem feitos como uma

etapa de fechamento, sendo natural apresentarem justificativas e explicações para a situação apresentada.

Como forma complementar de análise dos registros também usamos o modelo proposto por Toulmin (2006) e o seu *layout* de argumento para encontrar os possíveis elementos do padrão nos registros elaborados pelos alunos. Os relatos apresentaram estrutura variável em relação ao TAP, alguns com mais elementos que outros, mas foi possível perceber que os estudantes foram capazes de produzir os seus argumentos e de uma forma coerente, fazendo uso de conhecimento científico para a explicação de suas ideias.

Desta forma percebemos que os alunos, logicamente que alguns mais que outros, apoderaram-se dos conceitos trabalhados, sendo inclusive, capazes de relacionar os conhecimentos sistematizados em diferentes atividades. Além das discussões estabelecidas durante a realização da SEI, os registros escritos também foram importantes, pois acabou se tornando em uma oportunidade para os alunos de relatarmos os seus argumentos nos textos, pois alguns mostraram maior capacidade de argumentação nos registros escritos do que em suas falas emitidas durante as discussões.

A partir das análises realizadas podemos afirmar que há indícios de que a SEI favoreceu no engajamento dos alunos e mostrou indicativos da promoção da AC, porém não deve ficar restrita somente na aplicação desta SEI, pelo contrário, pois entendemos que a AC é um processo em construção e de acordo com Sasseron (2008), uma vez iniciado, deve estar em constante construção, assim como a própria ciência.



## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G.G.; BRAGA, R.P.S.; GOMES, V. **Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso nocotidiano**. Revista de Educação, Ciências e Matemática v.2 n.1 jan/abr. 2012 ISSN 2238-2380. Disponível em:< <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1913>>. Acesso em: 13 ago.2018.
- AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: \_\_\_\_\_Carvalho, P. M. A. (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning,2016.
- AZEVEDO, T.M., SODRÉ, L. **Conhecimento de estudantes da educação básica sobre bactérias: saber científico e concepções alternativas**. Revista de Educação, Ciências e Matemática v.4 n.2 mai/ago 2014 ISSN 2238-2380. Disponível em:< <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/download/2478/1252>>. Acesso em: 13 ago. 2018.
- BAPTISTA, M.L.M. **Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. (Tese de doutoramento), cap. 4. 2010. Disponível em:< <http://hdl.handle.net/10451/1854>>. Acesso em: 08 jan. 2018.
- BARBERAN, A. et al. **Microbes should be central to ecological education and outreach**. Journal os microbiology & biology education, p.23-28,2016. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1128/jmbe.v17i1.984>>. Acesso em:13 ago.2018.
- BORGES, C.O. et al. **Vantagens da Utilização do Ensino CTSA Aplicado à Atividades Extraclasse**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010. Disponível em:< <http://www.sbg.org.br/eneq/xv/resumos/R0277-1.pdf>>. Acesso em 02 fev. 2018.
- BORGES, R.M.R.; LIMA, V.M.R. **Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n.01,p.165-175,2007.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília, DF, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica**. Brasília, 2013. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>>. Acesso em: 03 abr. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCNEM: Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília:MEC,v.2,135p.,2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.
- CACHAPUZ, A. et al. **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez,2005.

CAMPOS, M.C.C.; NIGRO, R.G. **Teoria e prática em Ciências na escola: O ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 2009.

CANDIDO, C.S.M. et al. **Microbiologia no Ensino Médio: Analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa Escola Estadual Paraibana**. Ensino, Saúde e Ambiente, v.8, p. 57-73, 2015. Disponível em:< <http://ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/351>>. Acesso em: 06 jan. 2018.

CAON, C. M. **Concepções de professores sobre o ensino e a aprendizagem de ciências e de biologia**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CAPECCHI, M.C.M. Argumentação numa aula de Física. In: \_\_\_\_\_Carvalho, P. M. A. (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2016.

CAPECCHI, M. C.V.M.; CARVALHO, A.M.P.; SILVA, D. **Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física**. Revista Ensaio-pesquisa em Educação em ciências, v.02, n.02, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00152.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

CARVALHO, A.M.P. (org.) et al. **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Livraria de Física, 2014.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.). **O uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. cap. 18, p. 253-266.

CARVALHO, A.M.P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação- Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.1.

CARVALHO, I.N., NETO, N.F.N., EL-HANI, C.N. **Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio?** Revista de educação, Ciências e Matemática, v.1, p.67-100, 2011.

CASSANTI, A.C. et al. **Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, Instituto Construir e Conhecer, v. 4, n. 5, p. 1-27 (on-line), 2008.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação, n. 22, p. 89-100, Jan/Fev/Mar/Abr 2003.

COMO as bactérias regem o seu corpo- O microbioma. Bill & Melinda Gates Foundation. 2017.1 vídeo (7min39s). Disponível em:< <https://www.youtube.com/watch?v=VzPD009qTN4>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

CORSO, T.M.D. **Indicadores de Alfabetização Científica, Argumentos e explicações- Análise de relatórios no contexto de uma Sequência de Ensino Investigativa**. 2015. 390p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CUNHA, O.D.N.C.J. **Actividades de investigação no ensino da química um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade**. 196 f. Dissertação (Mestrado em Educação Didáctica das Ciências) - Universidade de Lisboa, 2009.

DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE. (1999). **Marco geral de ação**. Disponível em: <<http://www.unesco.org/science/wcs/esp.declaracion.s.htm>>. Acesso em: 28 nov. 2011.

DEMO, P. **Educação e Alfabetização Científica**. Campinas: Papyrus, 2010.

Escola de Educação Básica “Governador Ivo Silveira”. **Projeto político Pedagógico-PPP**. Brusque, 2019.

ESTES, A. N. **Modelling the dynamic digestive system microbiome**. J Microbiol Biol Education, v. 16, n.2, p. 271-273, 2015.

FANTÁSTICO 30 anos- O menino bolha-Domingos inesquecíveis. 2014 1 vídeo (12 min 10s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=R22-jrUXZ-c>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

FERRAZ, A.T. **Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas de física**. 2015. 175f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de São Paulo, 2015.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. **Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas de física**. Investigação no ensino de Ciências. v 22, n. 1, 2017. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/312>. Acesso em: 03 abr. 2019.

FIALHO, W.C. **As dificuldades de aprendizagem encontradas por alunos no ensino de biologia**. Revista *on line* de educação Física da UEG, 2013. Disponível em :<<http://www.prp.ueg.br/revista/index.php/praxia>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

GIROUX, A. Alfabetização e a pedagogia do empowerment político. In: \_\_\_\_\_ Freire, P.; Macedo, D. **Alfabetização: leitura do mundo, leitura da palavra**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GUIMARÃES, K. BBCBrasil.com. **Superbactérias avançam no Brasil e levam autoridades de saúde a correr contra o tempo**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-40561948>. Acesso em 03 abr. 2019.

HOUZEL, S.H. **Você e o seu microbioma intestinal**. Disponível em: <<https://priaaroma.wordpress.com/>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

JACOBUCCI, D. F. C.; JACOBUCCI, G. B. **Abrindo o Tubo de Ensaio: o que sabemos sobre as pesquisas em Divulgação Científica e Ensino de Microbiologia no Brasil?** Journal of Science Communication, v. 8, p. 1-8, 2009. Disponível em: <[https://jcom.sissa.it/sites/default/files/documents/Jcom0802%282009%29A02\\_po.pdf](https://jcom.sissa.it/sites/default/files/documents/Jcom0802%282009%29A02_po.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2018.

KRASILCHIK, M. **Prática do ensino da biologia**. 4ªed. São Paulo: Edusp, 2008.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO M. **Ensino de Ciências e Cidadania**, 2 ed. São Paulo: Moderna, 2007.

LONGHINI, I.M. **Diferentes contextos do ensino de biologia no Brasil de 1970 a 2010. Educação e Fronteiras On-Line**, Dourados/MS, v.2, n.6, p.56-72, set./dez. 2012. Disponível em:< <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/educacao/article/view/1801>>. Acesso em:08 ago.2018.

LORENZETTI, L. e DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.03, n.1, Jun. 2001.

MARANDINO, M.; SELLES, S.E.; FERREIRA, M.S. **Ensino de Biologia histórias e práticas em diferentes espaços educativos**.1ªed.São Paulo:Cortez,2009.

MARTINS, A.R.L. **Ensino por Investigação e Experimentação: Uma análise da ação docente**. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2015.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 21ed.Petrópolis: Vozes, 2002.

MOTOKANE, M. T. **Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 17, p. 115-138, 2015. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00115.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

MUNFORD, D.; LIMA, M.E. **Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?** Revista ensaio. V.9. n.1. 2007.

NASCIMENTO, F. D.O; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. D.E. **O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais**. Revista HISTEDBR On-line, v. 10, n. 39, p. 225-249,2010. Disponível em:< <https://doi.org/10.20396/rho.v10i39.8639728>>. Acesso em:09 ago.2018.

OVIGLI, D.F.B.; SILVA, E.M. **Microrganismos? Sim, na saúde e na doença! Aproximando universidade e escola pública**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009, Ponta Grossa. Anais. Ponta Grossa: UTFPR, 2009. p. 396-416.

PEDRANCINI, V.D.et al.**Saber Científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos**. Ciência e Educação, v. 14, n.01,p.135-146,2008.

PEDRANCINI, V.D.et al.**Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n.03,p.299-309,2007.

PRODANOV, C.C., FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**.2.ed.Rio Grande do Sul:Feevale,2013.

SCARPA, D.L.; SILVA, M.B.A **Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação- Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.8.

SCHELEY, T.R.; PERGENTINO, C.R.; CAMPOS, L.M.L.A **motivação para aprender biologia: O que revelam alunos do ensino médio.** Revista da SBenBio, v. 7, p. 4965-4974, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/135430>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

SANTA CATARINA. **Proposta Curricular de Santa Catarina. Ensino de Biologia.** 1998. Disponível em: <[www.sed.sc.gov.br/.../ensino-89/proposta-curricular-156/...curriculares...biologia.96/2005](http://www.sed.sc.gov.br/.../ensino-89/proposta-curricular-156/...curriculares...biologia.96/2005)>. Acesso em: 06 jan. 2018.

SASSERON, L.H. **Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola.** *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)* [online]. 2015, vol.17,p.49-67. ISSN 1415-2150. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A.M.P. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica.** *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011a.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A.M.P. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin.** *Ciência & Educação*, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97-114, 2011b.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental:** Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 265p. Tese (Doutorado em Educação) Ensino de Ciências e Matemática - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L.H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação- Condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.3.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A.M.P. **Almejando a alfabetização Científica no Ensino Fundamental:** A Proposição e a procura de Indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.13, p.333-352,2008. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID199/v13\\_n3\\_a2008.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_n3_a2008.pdf) . Acesso em: 03 fev. 2018.

SASSERON, L. H.; CARVAHO, A.M.P. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin.** *Ciência e Educação*, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151673132011000100007&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151673132011000100007&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 07 jan. 2018.

SCARPA, L.D.; SILVA, M.B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação- Condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.8.

SHUGART, E.C.S.; LONTOK, K.S. **Dinâmica: Qual microrganismo você é?** *American Society for microbiology*, jul.2017. Disponível em: <<http://www.divulgamicro.com.br/assets/downloads/Qual.pdf>>. Acesso em: 16 jan.2019.

SILVA, S.W. **A pesquisa qualitativa em educação.** Horizontes – Revista de Educação, Dourados, MS, n.3, v2, janeiro a junho de 2014. Disponível em: <

<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/horizontes/article/viewFile/3759/2050>>. Acesso em 10 fev. 2018.

SOUZA, V.F.M. **A importância da pergunta na promoção da Alfabetização científica dos alunos em aulas Investigativas de física**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 2012.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem**. Revista Brasileira de Informática na educação, v.18, n.2,2010. Disponível em:<<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/2010RBIERomero.pdf>>. Acesso em:14 ago.2018.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa, e o ensino de ciências**. Revista Ciência & Cognição, v.13, n.1, p.94-100,2008. Disponível em:< <http://www.cienciasecognicao.org>>. Acesso em:14 ago.2018.

TEODORO, N.C. **Professores de biologia e dificuldades com os conteúdos de ensino**.2017.147p.Dissertação(Mestrado em Educação) - Universidade Estadual Paulista, Bauru,2017.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

TRIVELATO, S.L.F., TONIDANTEL, S.M.R. **Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia**. Revista Ensaio, v.17, p. 97-114, 2015. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00097.pdf>>. Acesso em:08 out. 2017.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R.L.F. **A Ciência no Ensino Fundamental**. In: TRIVELATO, S. F.; SILVA, R.L.F. Ensino de ciências. São Paulo: Cengage Learning. 2011. (Coleção ideias em ação).

VIEIRA, R.D.; NASCIMENTO, S.S. **Argumentação no ensino de ciências**. 1ed. Curitiba:Appris,2013.

VILAS BOAS, R.C., MOREIRA, F.M.S. Microbiologia do solo no ensino médio de Lavras, MG. Revista Bra. Ciênc. Solo, vol.36, p.295-306,2012. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000100030>>. Acesso em:14 ago. 2018.

YOUNG, M. **Para que servem as escolas?** Educa. Soc., Campinas, vol.28, n.101, p 1287-1302, set/dez 2007. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: 04 abr. 2018.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. *Rev. Ensaio*, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67- 80,2011. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03- 00067.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

ZOMPERO, A.F.; LABURÚ, C.E.**Atividades Investigativas para as aulas de ciências**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.

## APÊNDICE A- JOGO DE CARTAS DA ATIVIDADE 1

**BASIC** **Ovos de perereca** HP 110



**Ovos sem casca** 10x  
Os ovos são envolvidos com gel, enrolados nas folhas de árvores ou de arbustos, suspensas sobre a superfície das lagoas temporárias (que secam durante o inverno), no meio ou nas bordas da floresta.

**Fase larval** 20  
Os girinos eclodem entre 07 a 30 dias e caem diretamente na água onde completam seu desenvolvimento, após cerca de 80 dias.

weakness: ♀ x2    resistance: ♀ -40  
retreat: ★ ★ ★ - fake card -

**BASIC** **Baleia azul** Lv4 160 HP



**Características** 50  
A baleia-azul não possui dentes, mas uma estrutura que lembra uma franja, a qual garante a filtração da água e a retirada das presas. No que diz respeito à respiração, as baleias-azuis respiram por meio de pulmões. Esses animais, portanto, precisam ir até a superfície para respirar.

**Reprodução** 30  
A maturidade sexual das baleias-azuis acontece por volta dos 10 anos de idade. O filhote desenvolve-se dentro do corpo da mãe, e a gestação dura de 11 a 12 meses.

weakness: ♀ +30    resistance: ♀ -20    retreat cost: ★ ★ ★ - fake card -

**BASIC** **Girafa** HP 110



**Características** 20  
O coração das girafas é muito grande. Como ele fica distante tanto da cabeça quanto das patas, há a necessidade de bombear sangue com muita força para que essas áreas sejam atingidas. Seus sentidos mais apurados são visão e olfato.

**Reprodução** 10+  
Girafas fêmeas geralmente se reproduzem pela primeira vez por volta dos quatro anos de idade. As fêmeas dão à luz apenas um filhote por vez após uma gestação de 15 meses, a lactação pode durar de seis a 12 meses.

weakness: ♀ +20    resistance: ⚡ -20  
retreat: ★ ★ - fake card -

**BASIC** **Quati** Lv2 150 HP



**Onívoros** 30  
Possuem dieta onívora, apesar da maior parte de sua alimentação ser à base de frutas. Contudo, essa espécie tem também a necessidade de uma fonte de proteína animal, que é comumente obtida através da ingestão de artrópodes e até mesmo pequenos vertebrados.

**Sinantropico** 40  
O quati é considerado um animal sinantrópico, isto é, vive em habitações humanas e regiões peridomiciliares, aproveitando-se de abrigo, alimentos e água. Em unidades de conservação, tais como os parques, os animais podem ser atraídos por restos de alimentos consumidos por visitantes.

weakness: ♀ +40    resistance: ⚡ -30    retreat cost: ★ ★ - fake card -

**BASIC** **Virus** **HP 30** ★



**Parasitas** **50**  
 Considerado parasita obrigatório capaz de parasitar qualquer tipo de ser vivo.

**Estrutura** **100**  
 Possui uma capa proteica denominada capsídeo, que protege seu genoma, que pode ser formado de DNA ou RNA.

weakness **+40** resistance **-30**  
 retreat ★ ★ ★

- fake card -

**Ameba** **60 HP** ★

**STAGE 2** *Evolves from cisto*



**Habitat aquático** **10**  
 Locomoção vagarosa.

**Parasita** **30+**  
 Podem viver no organismo de outros seres vivos.

weakness **+30** resistance **-30** retreat cost ★ ★

- fake card -

**BACTÉRIA E. coli** **70 HP** ★

**BASIC**



★ **A maioria inofensiva** **10**  
 É uma bactéria bacilar que se encontra normalmente no trato gastrointestinal.

● **Intoxicação** **20x**  
 Algumas cepas são perigosas e podem causar intoxicação.

weakness **+30** resistance **-20** retreat cost ★ ★

- fake card -

**BASIC** **Célula animal** **HP 100** ★



● **Eucarionte** **10**  
 Uma célula que apresenta o núcleo delimitado pela membrana nuclear (caríoteca).

**Organelas celulares** **10**  
 Possui várias organelas citoplasmáticas como os ribossomos, lisossomos, mitocôndrias, entre outros.

weakness **+30** resistance **-10** retreat cost ★ ★ ★

- fake card -



**Gafanhoto** Lv3 **150 HP** 

STAGE 2 Evolves from *Nínia*



**Som** 30  
Os gafanhotos também são conhecidos pelos sons que produzem.

**Desenvolvimento** 10+  
Nos gafanhotos o desenvolvimento é por hemimetabolia, também conhecida como metamorfose incompleta. Assim, existem três fases distintas em seu desenvolvimento: ovo, ninfa e adulto (imago).

weakness  x2      resistance  -30      retreat cost    

- fake card -

**Sequóia** Lv3 **120 HP** 

BASIC



**Características** 20  
A coloração desta árvore pode variar entre o castanho-avermelhado e o castanho-canela. As folhas são como as folhas dos pinheiros, fazendo uma espiral nos brotos. As sementes vêm em cones, e cada cone tem em média 230 sementes de cor marrom-escura.

**Utilização** 40  
Esta árvore é útil tanto na arborização quanto na ornamentação. Também é considerada um fóssil vivo, aguentam ventos frios e geadas.

weakness    +30      resistance  -40      retreat cost   

- fake card -

**Onça pintada** **180 HP** 

BASIC



**Impressões digitais** 10  
Além da beleza estética, as manchas na pele das onças são uma espécie de impressão digital, única, que nunca se repete. Por isso, são utilizadas para a identificação dos felinos.

**Reprodução** 10  
No período reprodutivo, os machos são atraídos pelo odor produzido pela fêmea e pela vocalização por elas produzida. Os machos e fêmeas interagem por alguns dias e copulam nesse período. Após a fecundação, inicia-se a gestação, que pode durar entre 90 dias e 110 dias.

weakness  +40      resistance  -20      retreat cost    

- fake card -

**Líquen** Lv4 **120 HP** 

BASIC



**Simbiose** 10  
São formados por uma simbiose (relação de mutualismo entre dois organismos onde há vantagens para ambos indivíduos).

**Resistência** 10x  
Os líquens são resistentes e podem se desenvolver em pedras e galhos e troncos de árvores. Agüentam bem as mudanças de temperatura, assim como o sol forte e a umidade.

weakness     +30      resistance  -40      retreat cost  

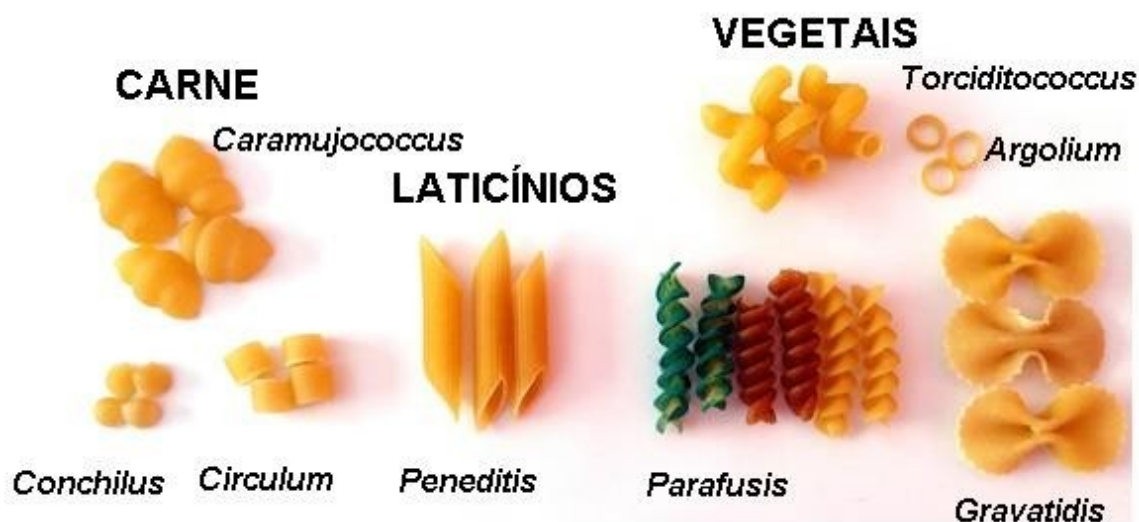
- fake card -

## APÊNDICE B- FICHA DA ATIVIDADE 6 PARA OS ALUNOS

**Ficha do aluno para a realização da atividade 6: Análise do microbioma do sistema digestório e os efeitos dos antibióticos.**

<b>ESCOLA:</b> _____	<b>DISCIPLINA:</b> _____	<b>PROF:</b> _____
<b>ATIVIDADE:</b> Analisando o microbioma do sistema digestório e os efeitos dos antibióticos.		
<b>NOMES:</b> _____		
<b>SÉRIE:</b> _____		
<b>DATA:</b> _____		

Observar as formas presentes no microbioma recebido e comparar com a figura abaixo:



### **Analisando a diversidade do microbioma:**

Cada tipo de massa representa diferentes gêneros de bactérias. Após comparar as formas presentes no microbioma com a imagem, responder:

Com base na imagem identificar as possíveis dietas alimentares: carnívora, vegetariana, vegana ou onívora.

f) Qual é a dieta alimentar do microbioma que sua equipe recebeu?

R: \_\_\_\_\_

g) Quantas espécies diferentes estão presentes? Quais são elas?

R: \_\_\_\_\_

h) Existe alguma espécie mais abundante do que outra? Qual?

R: \_\_\_\_\_ Qual espécie é menos abundante?

R: \_\_\_\_\_

Cabem mais formas de macarrão no microbioma recebido? O que isso significa sobre o habitat?

R: \_\_\_\_\_

i) Comparar o seu microbioma com os outros grupos.

R: \_\_\_\_\_

### **Perturbação ao microbioma:**

Esta pessoa que possui o microbioma digestório que vocês estão analisando, sofreu um acidente e teve um corte profundo na perna, que foi infectado, e precisará tomar um antibiótico de amplo espectro (que tem ação sobre um grande número de microrganismos) durante 7 dias. Para simular a ação deste antibiótico um aluno de cada equipe deverá retirar (um formato por vez) durante 90 segundos, sendo que cada 30 segundos corresponde a um dia do tratamento, os seguintes formatos de massas que são sensíveis a ação do antibiótico:



**Formato de macarrão sensíveis ao antibiótico**

e) Como ficou a diversidade do microbioma?

R: \_\_\_\_\_

f) Há espaço no habitat para mais bactérias?

R: \_\_\_\_\_

- g) Por que o macarrão *Parafusis* de cor marrom sobreviveu a ação do antibiótico enquanto que o verde e o amarelo foram mortos?

R: \_\_\_\_\_

- h) Como pode ocorrer o preenchimento do espaço que ficou no habitat após a morte das bactérias?

R: \_\_\_\_\_

**Colonização por patógeno oportunista:**

Agora os alunos devem adicionar as bactérias do ambiente no microbioma, até preencher o espaço que ficou com a morte das bactérias pela ação do antibiótico. Após responder:

- e) Como ficou a diversidade do microbioma agora?

R: \_\_\_\_\_

- f) Existe uma diversidade maior de bactérias do microbioma original ou das bactérias do ambiente?

R: \_\_\_\_\_

- g) Existe espaço no habitat para mais bactérias?

R: \_\_\_\_\_

- h) Compare a diversidade do seu microbioma com a dos grupos próximo a você.

R: \_\_\_\_\_

## ANEXO A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPTO. MICROBIOLOGIA, IMUNOLOGIA E PARASITOLOGIA



PROFBIO – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE BIOLOGIA

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro responsável, o aluno sob sua tutela está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada “SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA: UMA

PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO”, a ser desenvolvida pela Profa. Keli Adriana Campos Gonçalves, aluna do curso de Pós-graduação em nível de mestrado profissionalizante em ensino de Biologia – PROFBIO, sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Ruiz Mazzon. Ficaríamos gratos e honrados em obter sua autorização para que possamos incluir seu tutelado com o assentimento dele em nossa pesquisa, como será detalhado abaixo.

**Objetivo:** O presente projeto de pesquisa tem por objetivos: Explorar as contribuições do ensino de microbiologia para a promoção da Alfabetização Científica dos estudantes de Ensino Médio, por meio dos seguintes objetivos específicos: (i) Construir uma sequência didática baseada no ensino por investigação; (ii) Aplicar a sequência que será elaborada no contexto formal de ensino; (iii) Fazer um estudo qualitativo dos resultados obtidos por meio da implementação da sequência didática e (iv) Evidenciar aos alunos a importância dos microrganismos, desconstruindo a visão unilateral de patogenicidade.

**Justificativa:** O ensino da Microbiologia nos livros didáticos de Biologia acaba dando uma maior ênfase aos aspectos patogênicos, ainda que a maioria não seja patogênica, e por se tratar de organismos invisíveis a olho nu, os conteúdos acabam sendo trabalhados de uma maneira descontextualizada, abstrata e quase que

exclusivamente teórica, devido à falta de materiais e infraestrutura das escolas. Diante disso é importante que o professor desenvolva novas estratégias didáticas que auxiliem os discentes na compreensão da Microbiologia e principalmente contextualizem os assuntos estudados com o seu cotidiano. Uma abordagem possível para promover a autonomia e senso crítico dos estudantes por meio de práticas da cultura científica é o ensino por investigação. Sendo assim desenvolveremos uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

**Metodologia:** A sequência didática a ser desenvolvida neste projeto será aplicada na Escola Educação Básica Governador Ivo Silveira do município de Brusque, Santa Catarina, Brasil. Para coleta de dados utilizaremos as atividades desenvolvidas pelos alunos, gravações de áudio/ vídeo durante a aplicação da sequência. Esses dados servirão para análise e verificação da contribuição para a promoção da Alfabetização Científica. Esta pesquisa será direcionada aos estudantes do 2º ano do Ensino Médio, no qual os conteúdos de microbiologia são ministrados. Como metodologia

de ensino por investigação abordaremos a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que serão elaboradas com base em diversas pesquisas e revisões bibliográficas em trabalhos e publicações na área de ensino de ciências. Este projeto terá um caráter qualitativo pois nas pesquisas qualitativas os dados coletados são na sua maioria descritivos, partindo da análise do pesquisador e da sua compreensão do todo para a reflexão, sendo que a importância do processo é muito maior do que com o produto. Os instrumentos de coleta de dados são fundamentais para obtenção de resultados seguros. Desta forma a escolha dos instrumentos precisa ser capaz de responder os objetivos. Os instrumentos que utilizaremos nesta pesquisa serão: a observação não-participante e documentos escritos, tais como: fichas das atividades produzidas pelos alunos. Também será importante para a análise, considerar as gravações em vídeos/áudios, pois estes instrumentos auxiliam na interpretação dos dados e podem mostrar gestos ou uma entonação que uma transcrição não anuncia.

**Benefícios:** Os benefícios esperados envolvem a produção de conhecimento a respeito do processo de ensino-aprendizagem mediado por Sequências de Ensino Investigativas, bem como, a promoção da autonomia de pensamento e senso crítico dos estudantes por meio de práticas da cultura científica.

**Confidencialidade:** Os dados e conclusões obtidas serão divulgadas única e exclusivamente seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, ou seja, assegurando o caráter sigiloso da identidade dos participantes e a privacidade dos mesmos.

**Garantias:** Os participantes terão garantidos o direito e liberdade plena de decidir sobre sua participação ou não na pesquisa, podendo inclusive retirar seu consentimento em qualquer fase do desenvolvimento, sem prejuízo algum. Os participantes poderão ter acesso livre ao registro do consentimento sempre que assim o desejar. Aos participantes reserva-se o direito de ser indenizado por eventuais danos decorrentes da pesquisa, nos termos da Lei, bem como o direito de ressarcimento das despesas diretamente decorrentes da participação na pesquisa.

**Desconfortos/riscos:** Os pesquisadores comprometem-se a minimizar quaisquer possibilidades de constrangimentos ou desconfortos no decorrer da aplicação da sequência didática e coleta de dados que serão realizados no âmbito da sala de aula, mantendo o ambiente de ensino mais próximo do usual quanto possível. Não haverá prejuízos aos alunos em termos de conteúdos ministrados.

O presente projeto de pesquisa fora submetido à aprovação de um Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina e, avaliado segundo as exigências da Resolução do Conselho Nacional de Saúde No. 510 publicada em 07 de abril de 2016 para pesquisa de Ciências Humanas e Sociais. O referido comitê é constituído por um colegiado independente e interdisciplinar com atividade imposta e regulada por lei, de caráter consultivo, deliberativo e educativo criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Resolução CNS 196/96, II.4)

#### **Consentimento Pós-Informado**

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador do RG/CPF: \_\_\_\_\_ fui

devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelos pesquisadores de forma detalhada sobre a pesquisa a ser realizada e livre de qualquer constrangimento e obrigação, Sendo assim, estou de acordo em participar voluntariamente desta pesquisa, conforme as Normas do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Florianópolis, de \_\_\_\_\_ de 201\_

---

Assinatura do Participante

---

Profa. Keli Adriana Campos Gonçalves  
Pesquisadora principal

Prof. Dr. Ricardo Ruiz Mazzon  
Coordenador da Pesquisa

#### **Endereço do Coordenador da Pesquisa**

Prof. Dr. Ricardo Ruiz Mazzon. Laboratório de Genética Molecular de Bactérias (GeMBac) – Sala 214. Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia (MIP) – Universidade federal de Santa Catarina. Campus Universitário da Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. Telefone (48) 3721-4616. E-mail: ricardo.mazzon@ufsc.br

#### **Endereço do CEPESH/UFSC**

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina. Prédio Reitoria II, Rua Desembargador Vitor Lima, 222, sala 401. Campus Universitário da Trindade – CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. Telefone (48) 3721-6094. E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br



## ANEXO B- TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DEPTO. MICROBIOLOGIA, IMUNOLOGIA E PARASITOLOGIA



PROFBIO – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE BIOLOGIA

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Caro o aluno você está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada “SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO

MÉDIO”, a ser desenvolvida pela Profa. Keli Adriana Campos Gonçalves, aluna do curso de Pós- graduação em nível de mestrado profissionalizante em ensino de Biologia – PROFBIO, sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Ruiz Mazzon. Ficaríamos gratos e honrados em obter seu assentimento de participação em nossa pesquisa, como será detalhado abaixo.

**Objetivo:** Este projeto pretende averiguar as contribuições do ensino de microbiologia para a promoção da Alfabetização Científica dos estudantes de Ensino Médio. Para isso a pesquisadora irá: (i) Construir e aplicar uma sequência didática baseada no ensino por investigação (ii) Fazer uma avaliação qualitativa dos resultados obtidos e (iii) mostrar aos alunos a importância dos microrganismos.

**Justificativa:** O ensino da Microbiologia nos livros didáticos de Biologia acaba dando uma maior ênfase aos aspectos patogênicos, ainda que a maioria não seja patogênica. Por diversas razões a abordagem costuma ser quase que exclusivamente teórica. Diante disso é importante que o professor desenvolva novas formas de ensino que auxiliem os alunos na compreensão da Microbiologia e para tanto desenvolveremos uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

**Metodologia:** A sequência didática a ser desenvolvida neste projeto será aplicada na Escola Educação Básica Governador Ivo Silveira do município de Brusque,

Santa Catarina, Brasil. Para coleta de dados utilizaremos as atividades desenvolvidas pelos alunos, gravações de áudio/ vídeo durante a aplicação da sequência. Esta pesquisa será direcionada aos estudantes do 2º ano do Ensino Médio, no qual os conteúdos de microbiologia são ministrados. Como metodologia de ensino por investigação abordaremos a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que serão elaboradas com base em diversas pesquisas e publicações na área de ensino de ciências.

**Benefícios:** Os benefícios esperados envolvem a produção de conhecimento a respeito do processo de ensino-aprendizagem mediado por Sequências de Ensino Investigativas, bem como, a promoção da autonomia de pensamento e senso crítico dos estudantes por meio de práticas da cultura científica.

**Confidencialidade:** Todos os dados e conclusões obtidas serão divulgados única e exclusivamente seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, ou seja, assegurando o caráter sigiloso da identidade dos participantes e a privacidade dos mesmos.

**Garantias/Desconfortos/riscos:** Os participantes terão garantidos o direito e liberdade plena de decidir sobre sua participação ou não na pesquisa, podendo inclusive retirar seu assentimento em qualquer fase do desenvolvimento, sem prejuízo ou custo algum. Os pesquisadores comprometem-se a minimizar quaisquer possibilidades de constrangimentos ou desconfortos no decorrer da aplicação da sequência didática e coleta de dados que serão realizados no âmbito da sala de aula. Não haverá prejuízos aos alunos em termos de conteúdos ministrados. Aos participantes reserva-se o direito de ser indenizado por eventuais danos decorrentes da pesquisa, nos termos da Lei, bem como o direito de ressarcimento das despesas diretamente decorrentes da participação na pesquisa.

Este projeto de pesquisa foi submetido à aprovação de um Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina e, avaliado segundo as exigências da Resolução do Conselho Nacional de Saúde No. 510 publicada em 07 de abril de 2016 para pesquisa de Ciências Humanas e Sociais. O referido comitê é constituído por um colegiado independente e interdisciplinar com atividade imposta e regulada por lei, de caráter consultivo, deliberativo e educativo criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da

pesquisa dentro de padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Resolução CNS 196/96, II.4)

### Assentimento Pós-Informado

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador do RG/CPF: \_\_\_\_\_ fui  
devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelos pesquisadores de forma  
detalhada sobre a pesquisa a ser realizada e livre de qualquer constrangimento e  
obrigação, Sendo assim, estou de acordo em participar voluntariamente desta  
pesquisa, conforme as Normas do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres  
Humanos, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de  
uma delas.

Florianópolis, de \_\_\_\_\_ de 201\_.

---

Assinatura do Participante

---

Profa. Keli Adriana Campos Gonçalves  
Pesquisadora principal

---

Prof. Dr. Ricardo RuizMazzon  
Coordenador da Pesquisa

#### Endereço do Coordenador da Pesquisa

Prof. Dr. Ricardo Ruiz Mazzon. Laboratório de Genética Molecular de Bactérias (GeMBac) – Sala 214.  
Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia (MIP) – Universidade federal de Santa Catarina.  
Campus Universitário da Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. Telefone (48) 3721-4616. E-  
mail: ricardo.mazzon@ufsc.br

Endereço do CEPESH/UFSC

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina. Prédio Reitoria II, Rua Desembargador Vitor Lima, 222, sala 401. Campus Universitário da Trindade – CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. Telefone (48) 3721-6094. E-mail: [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br)



**ANEXO D- PERGUNTAS DO QUIZZ DA ATIVIDADE 3****QUIZZ: QUAL MICRORGANISMO VOCÊ É?****QUESTÃO 1 – NO FINAL DE SEMANA VOCÊ PREFERES SAIR PARA PASSEAR OU FICAR EM CASA DE SCANSANDO?**

- Eu prefiro ficar em casa aos finais de semana. (RESPONDE Nº 2)
- Eu prefiro sair para passear aos finais de semana. (RESPONDE Nº 3)

**QUESTÃO 2 – COMER FEIJÃO TE FAZ TER GASES?**

- Não, comer feijão não me faz ter gases. (RESPONDE Nº 3)
- Sim, comer feijão me faz ter gases. (RESPONDE Nº 4)

**QUESTÃO 3 – VOCÊ É UMA PESSOA DE PERSONALIDADE FORTE?**

- Sim, eu tenho uma personalidade forte. (RESPONDE Nº 6)
- Não, eu não tenho uma personalidade forte. (RESPONDE Nº 7)

**QUESTÃO 4- VOCÊ TEM FACILIDADE EM ENGORDAR?**

- Sim, eu tenho facilidade para engordar. (RESPONDE Nº 5)
- Não, eu não tenho facilidade para engordar. (Você é *Escherichia coli*)

**QUESTÃO 5 – VOCÊ CONSEGUE PRENDER A RESPIRAÇÃO POR UM LONGO PERÍODO DE TEMPO?**

- Sim, eu consigo segurar a respiração por um longo tempo. (Você é *Methanobrevibacter smithii*)
- Não, eu não consigo segura a respiração por um longo tempo. (Você é *Escherichia coli*)

**QUESTÃO 6 – COMO VOCÊ GOSTA DE SER CUMPRIMENTADO PELAS PESSOAS: APERTO DE MÃOS OU ABRAÇO?**

- Eu prefiro ser cumprimentado com um aperto de mãos. (RESPONDE N° 8)
- Eu prefiro ser cumprimentado com um abraço. (RESPONDE N° 9)

### **QUESTÃO 7 – VOCÊ É UMA PESSOA “CHATA” PARA COMER?**

- Não, eu não sou chato para comer. (Você é a *Neisseria sicca*)
- Sim, eu sou chato para comer. ( Você é a *Neisseria meningitidis*)

### **QUESTÃO 8 – QUANDO VOCÊ VAI À PRAIA VOCÊ GOSTA DE BRINCAR NA AREIA OU FICAR DEITADO TOMANDO SOL?**

- Eu prefiro brincar na areia. ( Você é um *Streptococcus mutans*)
- Eu prefiro tomar sol. ( Você é um *Streptococcus sanguinis*)

### **QUESTÃO 9 – ENTRE CEREJEIRA BRANCA E NARCISOS AMARELOS QUAL FLOR VOCÊ GOSTA MAIS?**

- Eu gosto mais das flores de cerejeira branca. ( Você é um *Staphylococcus epidermidis*)
- Eu gosto mais de narcisos amarelos.( Você é um *Staphylococcus aureus*)

#### **RESULTADOS**

##### ***Escherichia coli***

Legal! Você é *Escherichia coli*!

- Vive dentro do intestino grosso;
- Produz gás;
- Gosta muito de oxigênio e não consegue ficar sem ele por um longo período de tempo;
- Você já deve ter ouvido falar deste microrganismo através da versão abreviada do seu nome,

*E. coli*. A maioria das bactérias dessa espécie é inofensiva, porém algumas cepas são perigosas e têm sido apontadas como a causa de surtos de intoxicação alimentar. Na microbiota intestinal, a *E. coli* ajuda na absorção dos nutrientes dos alimentos que ingerimos e na produção de vitamina K. *E. coli* também é utilizada por cientistas em laboratórios de pesquisa como organismo modelo para o estudo do DNA, enzimas, evolução das bactérias e processos biológicos. Além disso, esse microrganismo é usado na indústria de biotecnologia para a produção de biocombustíveis e medicamentos! *E. coli* é um microrganismo muito versátil!

### ***Methanobrevibacter smithii***

Yipee! Você é *Methanobrevibacter smithii*.

- Vive dentro do intestino;
- Produz gás metano;
- Morre na presença de oxigênio;
- *M. smithii* é uma Archaea, uma forma de vida mais antiga e diferente das bactérias. Archeias são conhecidas pela sua capacidade de sobreviver em condições ambientais extremas, como fontes hidrotermais. *M. smithii* tem um papel importante no intestino onde converte dióxido de carbono e hidrogênio produzidos por bactérias, como *E. coli*, em gás metano. Este microrganismo pode até mesmo afetar nosso peso, mudando a quantidade de energia extraída da nossa comida!

### ***Neisseria meningitidis***

Você e *Neisseria meningitidis* têm muito em comum!

- Pode ser encontrada no seu nariz;
- A parede celular dessa bactéria é fina, o que torna fácil o seu manuseio no laboratório;
- É um microrganismo muito exigente em relação a sua alimentação!
- Embora seja inofensiva quando está em seu nariz, *N.*

*Meningitidis* pode ser mortal se estiver presente na suacorrente sanguínea. Ela é a principal causadora de meningite bacteriana.

- A vacina meningocócica protege contra essa grave doença! Pessoas diagnosticadas com infecção por *N. meningitidis* precisam ir ao médico imediatamente!

### ***Neisseria sicca***

Que ótimo! Você é *Neisseria sicca*!

- Pode estar presente no seu nariz;
- A parede celular dessa bactéria é fina, o que torna fácil o seu manuseio no laboratório;
- Não é uma bactéria nutricionalmente exigente, seu “alimento” Preferido são os açúcares!
- Ao contrário da sua prima *N. Meningitidis*, *N. sicca* não é capaz de causar infecção.
- *Neisseria sicca* faz parte da microbiota do nariz e outras membranas mucosas, incluindo a boca e trato respiratório superior. Os cientistas ainda estão estudando melhor a *N. Sicca* para aprender mais sobre ela!



### ***Staphylococcus epidermidis***

Fantástico! Você é *Staphylococcus epidermidis*!

- Encontrado na superfície da pele;
- A parede celular dessa bactéria é espessa, o que torna difícil o seu manuseio no laboratório;
- Microscopicamente suas células podem ser vistas juntinhas, em forma de cacho de uva;
- Macroscopicamente forma colônias brancas;
- Na maioria das vezes *S. epidermidis* é inofensivo! Ele é encontrado principalmente na sua pele e às vezes em seu nariz. No entanto, pode formar biofilme em dispositivos médicos o que o torna a principal causa de infecções adquiridas no hospital!

### ***Staphylococcus aureus***

Incrível! Você é *Staphylococcus aureus*.

- Encontrado na superfície da pele;
- A parede celular dessa bactéria é espessa, o que torna difícil o seu manuseio no laboratório;
- Microscopicamente suas células podem ser vistas juntinhas, em forma de cacho de uva;
- Macroscopicamente forma colônias amarelas;
- *S. aureus* é mais conhecido por causar infecções estafilocócicas são entrar em contato com feridas ou cortes na pele. No entanto, 20- 30% da população saudável possui *S. aureus* na superfície da pele onde ele é completamente inofensivo. Uma cepa de *S. aureus*, chamada MRSA, é resistente à maioria dos antibióticos e as infecções causadas por ela são muito difíceis de serem tratadas!

### ***Streptococcus mutans***

Yeey! Você é um *Streptococcus mutans*!

- Pode estar presente na sua boca;
- A parede celular dessa bactéria é espessa, o que torna difícil o seu manuseio no laboratório;
- É capaz de fazer orifícios/buracos nos dentes;
- Embora *S. mutans* seja encontrado na microbiota bucal de quase 100% dos adultos, é uma das poucas espécies que fazem parte do microbioma humano e é sempre nociva. Isto porque, *S. mutans* transforma todo o açúcar que comemos em ácido, o que acaba levando a erosão do esmalte dos nossos dentes, formando cavidades nesse local. A boca é um ambiente adverso, com muitos extremos – isso sem falar do ataque constante da escova dental! No entanto, *S. mutans* mantém-se aderido aos dentes, formando uma camada que pode desenvolver a placa dentária, um tipo de biofilme.

***Streptococcus sanguinis***

Super! Você é *Streptococcus sanguinis*!

- Está presente na sua boca;
- A parede celular dessa bactéria é espessa, o que torna difícil o seu manuseio no laboratório;
- É encontrado na parte de cima dos seus dentes;
- *S. sanguinis* pode ser benéfico ou nocivo. Na boca, ele compete com seu “primo” *S. mutans*, outra bactéria capaz de formar cavidades nos dentes. Isso significa que *S. sanguinis* pode competir indiretamente com o *S. mutans* pela formação de cavidades nos dentes! No entanto, se *S. sanguinis* alcançar a corrente sanguínea, por exemplo durante uma cirurgia oral, ele pode causar endocardite bacteriana, que é inflamação que danifica a camada mais interna do coração.

## ANEXO E: PROTOCOLO DO PREPARO DO MEIO DE CULTURA DA ATIVIDADE

### 4

#### **Material** (para o meio de cultura)

- 1 pacote de gelatina incolor
- 1 xícara de caldo de carne
- 1 copo de água

#### **Procedimento:**

- Dissolver a gelatina incolor na água, conforme instruções do pacote. Misturar ao caldo de carne, colocar um pouco dessa mistura nas placas de petri ou potes plásticos até cobrir o fundo. Levar a geladeira até endurecer.

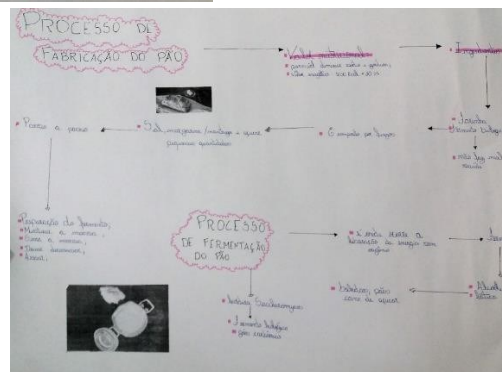
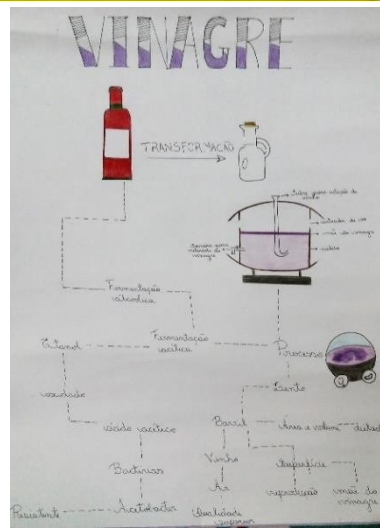
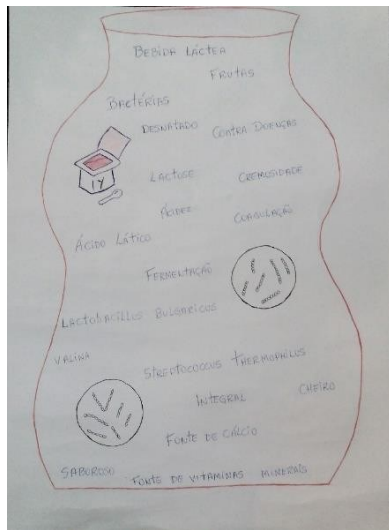
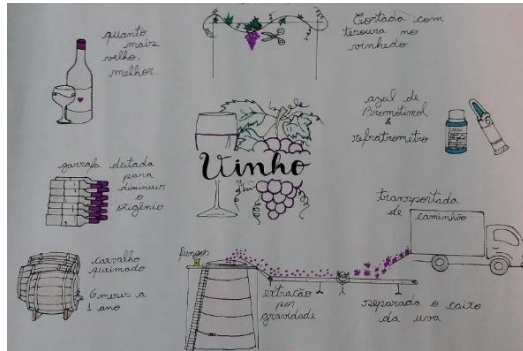
#### **Material** (para a experiência)

- Placas de petri (ou duas tampas de margarina ou dois potinhos rasos), com o meio de cultura cobrindo o fundo
- Cotonetes
- Etiquetas adesivas
- Caneta

#### **Procedimento**

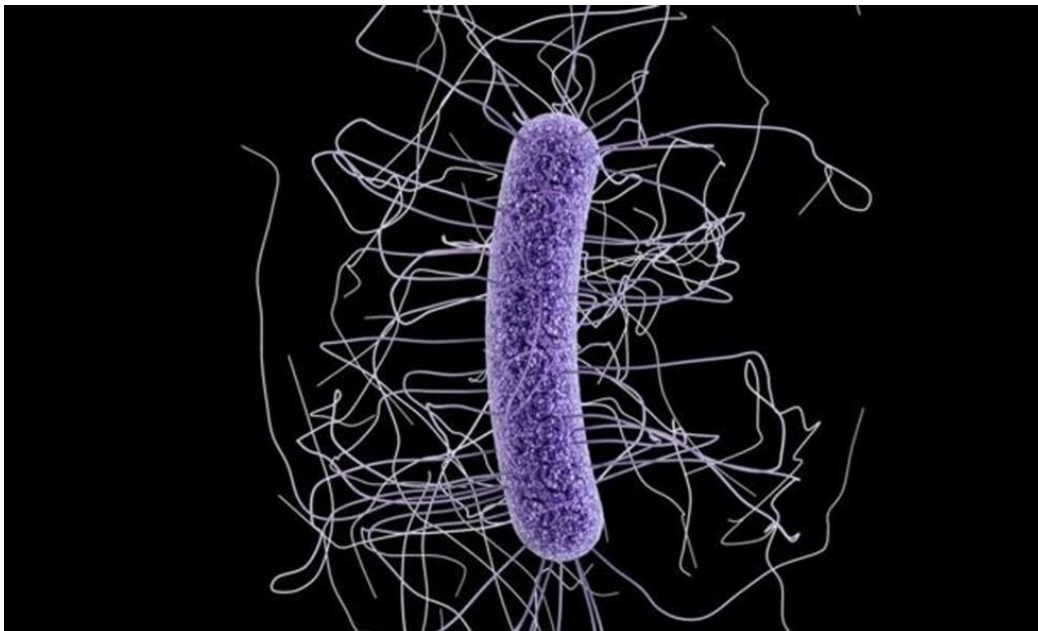
Os alunos passam o cotonete no local escolhido, após o cotonete é esfregado levemente sobre o meio de cultura para contaminá-lo. Tampe as placas de petri ou envolva as tampas de margarina com filme plástico. Marque nas etiquetas adesivas que tipo de contaminação foi feita. Depois de alguns dias, observe as alterações.

### ANEXO F- INFOGRÁFICOS PRODUZIDOS NA ATIVIDADE 5



## ANEXO G- TEXTO UTILIZADO NA ATIVIDADE 7

**Superbactérias avançam no Brasil e levam autoridades de saúde a correr contra o tempo** Taxas de resistência de micro-organismos a remédios aumenta, impulsionada por superlotação de hospitais e uso de antibióticos na pecuária; governo elabora plano de combate.



Brasil tem alguns dos maiores índices de resistência em determinadas bactérias, segundo especialista  
— Foto: CDC

Bactérias que não respondem a antibióticos vêm aumentando a taxas alarmantes no Brasil e já são responsáveis por ao menos 23 mil mortes anuais no país, afirmam especialistas. Capazes de criar escudos contra os medicamentos mais potentes, esses organismos infectam pacientes geralmente debilitados em camas de hospitais e se espalham rapidamente pela falta de antibióticos capazes de contê-los. Por isso, as chamadas superbactérias são consideradas a próxima grande ameaça global em saúde pública pela OMS (Organização Mundial da Saúde).

"Estamos numa situação de alerta", diz Ana Paula Assef, pesquisadora do Instituto Oswaldo Cruz, da Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz), que faz a estimativa sobre mortes anuais no país com base nos dados oficiais dos Estados Unidos. No Brasil, ainda não há um compilado nacional sobre o número de vítimas por bactérias resistentes.

"Sabemos que, assim como vários países em desenvolvimento, o Brasil tem alguns dos maiores índices de resistência em determinados organismos. Há bactérias aqui que não respondem mais a nenhum antibiótico", aponta Assef.

### **Perigosas**

Um exemplo é a *Acinetobacter spp.* A bactéria pode causar infecções de urina, da corrente sanguínea e pneumonia e foi incluída na lista da OMS como uma das 12 bactérias de maior risco à saúde humana pelo seu alto poder de resistência.

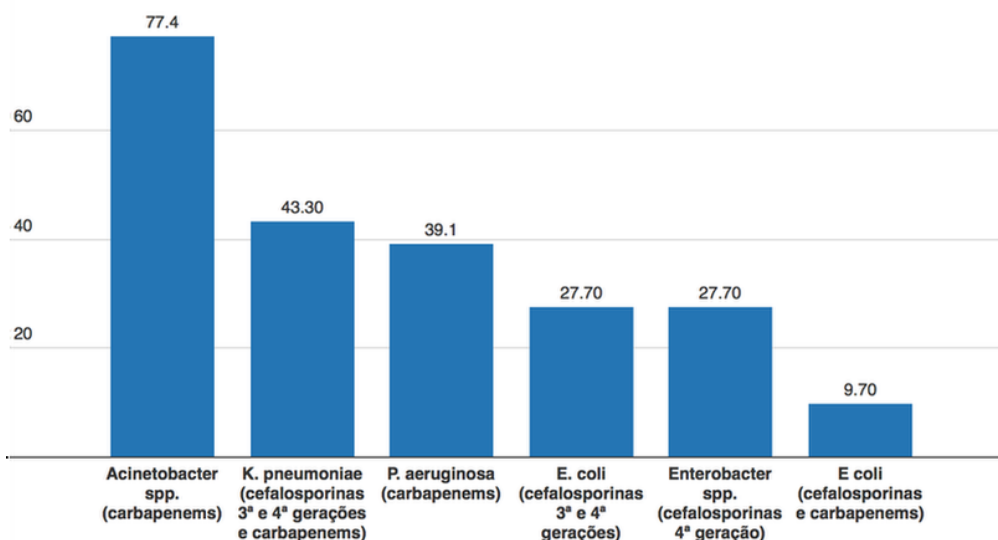
De acordo com a Anvisa, 77,4% das infecções da corrente sanguínea registradas em hospitais por essa bactéria em 2015 foram causadas por uma versão resistente a antibióticos poderosos, como os carbapenems.

Essa família de antibióticos é uma das últimas opções que restam aos médicos no caso de infecções graves.

"Quando as bactérias se tornam resistentes a eles, praticamente não restam alternativas de tratamento", explica Assef.

## Quanto mais resistente uma bactéria, menor as chances do paciente

Percentual de resistência de bactérias comuns em infecções hospitalares no Brasil e a família de antibióticos a qual elas não respondem



Fonte: Anvisa. "Boletim de segurança do paciente e qualidade em serviços de saúde nº 14". Dez. 2016

— Foto: BBC

Outro exemplo é a *Klebsiella pneumoniae*. Naturalmente encontrada na flora intestinal humana, é considerada endêmica no Brasil e foi a principal causa de infecções sanguíneas em pacientes internados em unidades de terapia intensiva em 2015, segundo dados da Anvisa.

O mais preocupante é que ela tem se tornado mais forte com o passar do tempo. Nos últimos cinco anos, a sua taxa de resistência aos antibióticos carbapenêmicos (aqueles usados em pacientes já infectados por bactérias resistentes) praticamente quadruplicou no Estado de São Paulo - foi de 14% para 53%, segundo dados do Centro de Vigilância Epidemiológica paulista.

"Os dados do Estado de São Paulo são um retrato do Brasil. É um problema crescente e muito grave, principalmente pela rápida disseminação dessas bactérias resistentes", diz Jorge Luiz Mello Sampaio, professor de microbiologia clínica da USP e consultor da Câmara Técnica de Resistência Microbiana em Serviços de Saúde da Anvisa.

### Resistência

A capacidade de bactérias de passar por mutações para vencer medicamentos desenvolvidos para matá-las é chamada de resistência antimicrobiana -- ou resistência a antibióticos.

Essa extraordinária habilidade é algo natural: os remédios, ao atacar essas bactérias, exercem uma "pressão seletiva" sobre elas, que lutam para sobreviver. Aquelas que não são extintas nessa batalha são chamadas de resistentes. Elas, então, se multiplicam aos milhares, passando o gene da resistência a sua prole.

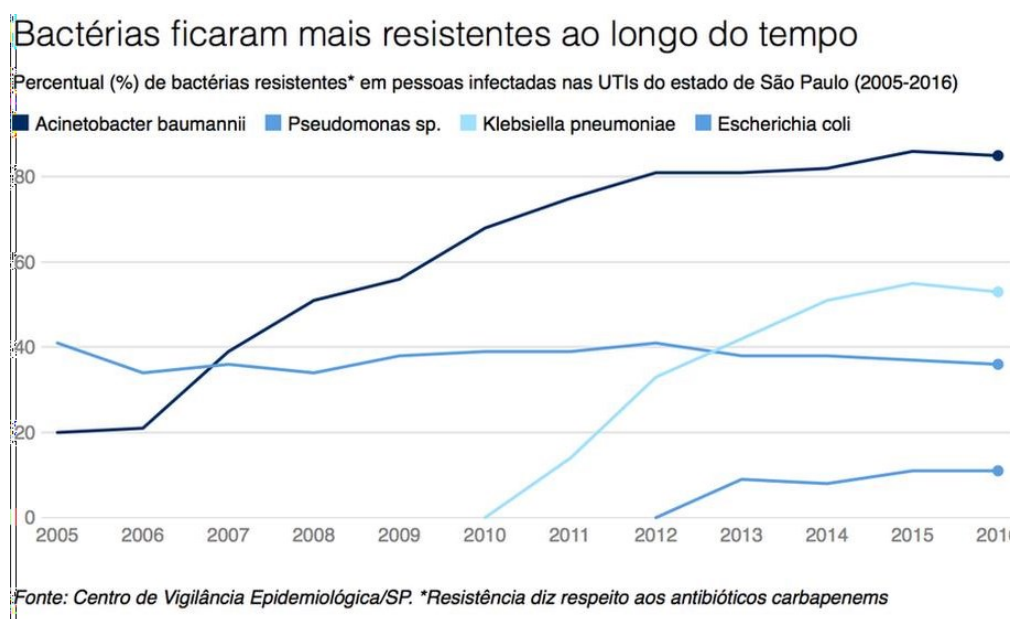
Esse processo natural pode ser acelerado por alguns fatores, como o uso excessivo de antibióticos. Um agravante é o emprego desses medicamentos também na agricultura, na pecuária e em outras atividades de produção de proteína animal.

Muitos fazendeiros injetam regularmente medicamentos em animais saudáveis como um aditivo de performance. Isso acelera a seleção de bactérias no ambiente e em animais, que podem vir a contaminar humanos.

De acordo com especialistas, o número crescente de infecções - que poderiam ser barradas por mais higiene e saneamento básico - também é um problema, porque demanda maior uso de antibióticos, o que, por sua vez, seleciona mais bactérias resistentes, perpetuando um círculo vicioso.

Um estudo encomendado pelo governo britânico no ano passado estima que tais organismos irão causar mais de 10 milhões de mortes por ano após 2050. Atualmente, 700 mil pessoas morrem todos os anos vítimas de bactérias resistentes no mundo.

Os efeitos na economia também podem ser devastadores. Países como o Brasil estariam sob o risco de perder até 4,4% de seu PIB em 2050, segundo estimativas do Banco Mundial.



— Foto: BBC

### Pecuária

Características específicas, como hospitais superlotados e alta atividade agropecuária com uso de antibióticos, fazem do Brasil um grande facilitador a bactérias resistentes.

O país é hoje o terceiro no mundo a mais utilizar antibióticos na produção de proteína animal, atrás apenas da China e dos Estados Unidos - e deve continuar nessa posição até pelo menos 2030, aponta um estudo coordenado por Thomas P. Van Boeckel, da Universidade de Princeton (EUA).

Consultado, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento diz que atua para diminuir o uso desses produtos em animais. A pasta afirma que já é proibido utilizar antibióticos como as penicilinas e as cefalosporinas para melhorar o desempenho dos animais.

No ano passado, a colistina, um antibiótico considerado a última opção de tratamento a bactérias resistentes também teve seu uso proibido em animais saudáveis.

"O Brasil está comprometido com o tema", diz Suzana Bresslau, auditora fiscal federal agropecuária da Coordenação de Programas Especiais do ministério. "O país reconhece que se trata de uma ameaça global à saúde pública e apoia os esforços para minimizar os riscos associados à resistência antimicrobiana."

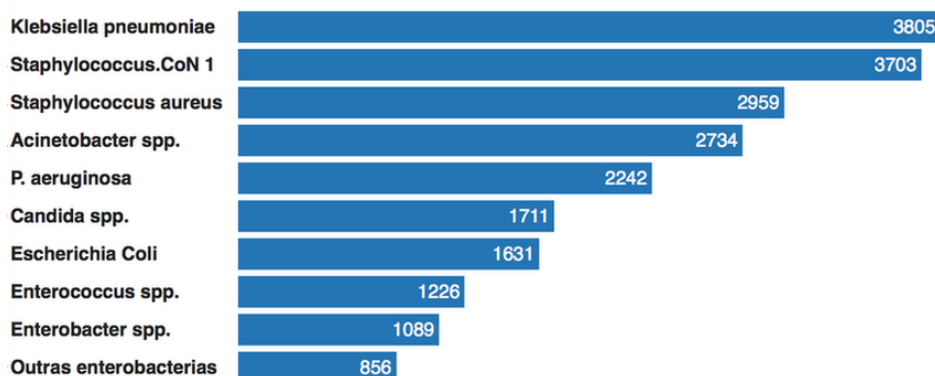
Na área hospitalar, a Anvisa monitora as infecções da corrente sanguínea em UTIs, associadas ao uso de instrumentos para aplicação de remédios, como o cateter. Somente em 2015, foram mais de 25 mil infecções desse tipo - a maioria causada por bactérias com altos índices de resistência.

"Estamos com problemas graves de Estados falidos, com recursos menores para a saúde, hospitais com poucos funcionários, aquém do necessário para cuidar dos pacientes. Às vezes, nessa situação, protocolos básicos, como desinfecção das mãos, acabam passando", diz Sampaio.

"Quanto maior a sobrecarga de trabalho, maior é a taxa de infecção hospitalar. Nesse cenário, há maior risco de selecionar bactérias multirresistentes."

## As 10 bactérias mais comuns em UTIs brasileiras

Número se refere a infecções da corrente sanguínea em pacientes hospitalizados, por bactéria, em 2015



Fonte: Anvisa. "Boletim de segurança do paciente e qualidade em serviços de saúde, nº 14". Dez. 2016

— Foto: BBC

### Combate

Desde dezembro, o Ministério da Saúde vem elaborando, com diferentes pastas e a Anvisa, um plano nacional de combate a bactérias resistentes, a pedido da OMS. O material deveria ter sido apresentado em maio na 70ª assembléia da organização, em Genebra, na Suíça.

Questionado sobre o documento ter sido discutido no encontro e quais seriam seus objetivos, o Ministério da Saúde não respondeu. De acordo com informações enviadas à OMS, o plano estratégico está pronto, mas ainda é necessário definir como será a implementação e o monitoramento das ações. A proposta brasileira está prevista para ser colocada em ação a partir de 2018, com expectativa de conclusão até 2022. Comparado com outras economias em desenvolvimento, o país está atrasado: a África do Sul começou a colocar seu plano em prática ainda em 2014, enquanto a China implementa o seu desde 2016. Já a Índia começou nesse ano.

O país é também um dos únicos Brics (sigla para Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) que ainda não disponibilizou o documento publicamente no site da OMS, juntamente com a Rússia.

Consultada, a OMS disse que os países não são obrigados a compartilharem seus planos, mas que ela encoraja a prática "como uma forma de transparência e de boas práticas".

Mas enquanto o governo trabalha numa estratégia, bactérias aprimoram sua capacidade de sobreviver aos remédios mais poderosos.

Em outubro, a Anvisa encontrou no Brasil uma cepa da E. coli que tinha a capacidade de trocar material genético com outras espécies de bactérias e transferir o gene da resistência a outros organismos - não apenas à sua prole.

Esse mecanismo a torna resistente a uma família de antibióticos chamada polimixinas, que se tornaram a última escolha de médicos frente a bactérias resistentes.

O novo mecanismo de resistência exemplifica o quanto o assunto é urgente, diz Sampaio, da USP, para quem "a cada dia há uma surpresa" no universo desses organismos.

"Elas se multiplicam a cada 20 minutos. É uma competição difícil. Nós levamos anos para colocar um antibiótico no mercado, elas podem levar 20 minutos para mutarem e vencerem o remédio."



## ANEXO H- TEXTOS UTILIZADOS NA ANÁLISE DOS REGISTROS ESCRITOS

O micróbios é formado dentro do gente, assim como fora, mas  
 dentro, esse micróbios é formado por microorganismos  
 que vivem nele desde o momento de nos seres em movimento,  
 do o parto desde momento de se crescendo e crescendo  
 esses microorganismos.

Esses microorganismos são muito importantes para  
 o nosso corpo dependendo de nosso modo de alimentação  
 e nosso modo de vida, nós podemos cultivar microorganismos  
 bons ou alguns ruins, que podem prejudicar o nosso  
 sistema, e conhecendo como funciona um micróbios  
 e os microorganismos que nele vivem, nós podemos  
 cuidar e manter estes microorganismos bons.

Com isso o micróbios pode afetar nos nossos hábitos  
 de como comer, por exemplo se eu comer coisas ~~esquedas~~  
 eu ~~adular~~ eu não manter e ~~de~~ aumento mais a quantidade  
 de microorganismos bons, como eu como eu ~~pot~~ ~~pot~~ eu  
 coisas muito gordurosas, eu aumento esses microorganismos  
 ruins, que podem fazer gente ingerido.

Muitos desses microorganismos, bons ou ruins, não  
 influencia o nosso sistema

O microorganismo são seres que não  
 podemos ver a olho nu, ou seja, micros-  
 cópicos. O microbioma seria o ambiente em  
 que eles se encontram.

Entramos em contato com esses microorganis-  
 mos logo quando nascemos de nossa mãe, entram-  
 em contato com o ambiente e com o leite mater-  
 no. Pelo parto normal criamos sistemas imunológicos  
 mais rígidos e estamos menos propensos a desenvol-  
 ver doenças do que no parto pela cesariana.

Temos microorganismos bons e ruins, há um  
 equilíbrio, porém se não nos cuidarmos, por exem-  
 plo, da nossa alimentação, somente comendo bes-  
 teiras, nossos organismos continuam isso, geran-  
 do assim a obesidade.

Por isso não devemos ter pavor dessas  
 coisas pois são elas que compõem nosso  
 corpo.

Microorganismo são seres microscópicos presentes em nosso corpo, nele se encontra e vírus, bactérias, fungos, protozoários, entre outros. O conjunto desses microorganismos que estão espalhados pelo nosso corpo, denomina-se microbioma. As bactérias tem um promotor um sistema imunológico forte e nos mantém saudáveis. A dieta desempenha um papel importante no estabelecimento da saúde intestinal para centenas de bactérias. Pesquisas revelaram que existe uma ligação direta entre a dieta dos microbiomas de uma pessoa, a digestão, o peso, metabólitos. Comer muita gordura podem ocorrer bactérias ruins e causar câncer, obesidade, entre outros.

Na aula prática aprendemos que o microbioma é muito importante para o ser humano. Que o microbioma é formado por vários tipos de microorganismos. É que se no caso sentir um acidente com a pessoa, a pessoa pode receber antibióticos e pode danificar o microbioma assim perdendo muitas bactérias. Com a ação de ~~um~~ antibiótico podem ser mortas algumas bactérias, que podem ser substituídas por bactérias do meio ambiente ou do espaço onde o microorganismo habita.

Na aula estudamos e aprendemos mais sobre o microbioma usando tipos diferentes de macrófitas. Aprendemos que existem diferentes microorganismos dependendo do seu ambiente, que quando necessário precisa tomar alguns remédios, alguns desses microorganismos vivem nos olhos não imunes ao remédios e podem sobreviver, não é necessário tomar antibióticos, fazendo com que o ambiente do olho seja saudável.

## Combate em construção

É possível bactérias resistirem a qualquer tipo de antibiótico? No plano natural esse tem sido um dos assuntos mais discutidos, em decorrência das chamadas superbactérias. Esses microrganismos são capazes de impedir a ação dos antibióticos, tornando-se cada vez mais imunes.

De início pode ser observado a resistência antimicrobiana. Essa espécie de "superpoder" faz com que as bactérias realizem mutações, vencendo os medicamentos. Logo após sobreviverem, elas se reproduzem e dão origem a novas superbactérias.

Ainda convém lembrar, que o maior erro acontece quando as pessoas decidem utilizar o antibiótico por conta própria. Esse mau uso transforma-se no vilão, pois pode ser utilizado de forma inadequada e desnecessária, prejudicando sua saúde. No Brasil, hospitais superlotados e ambientes com falta de higiene e saneamento básico, facilitam

a disseminação das bactérias resistentes, promovendo infecções.

Pode-se mencionar também o uso de antibióticos em animais saudáveis, cujo objetivo é aumentar o crescimento e a produtividade. No entanto, a carne desse animal que virá a ser consumida, provavelmente tornará o mesmo organismo resistente a aquele antibiótico. Sendo assim, mais riscos são adicionados à saúde humana.

Uma vez reconhecidos esses fatos, cabe ao Ministério da Saúde produzir e distribuir cartilhas alertando sobre os perigos da automedicação e da má higiene, juntamente com palestras nas escolas informando as pessoas sobre o assunto. É a Organização Mundial da Saúde que cabe o desenvolvimento de novos antibióticos, capazes de combater o avanço das superbactérias.

## As superbactérias no Brasil

Superbactérias são bactérias normais que com o tempo ganham resistência a certos antibióticos, o que torna elas bactérias mais resistentes.

Existem alguns erros que cometemos que acabam criando essas superbactérias, o principal erro é o uso incorreto e desnecessário de antibióticos, muitos desses problemas estão relacionados com a pecuária.

Na pecuária são dados antibióticos para melhorar a performance das animais, mesmo não estando doentes.

É um erro de humanos e em animais faz com que bactérias normais fiquem mais resistentes e se tornem superbactérias.

A contaminação no Brasil acaba sendo facilitada pela estrutura das fazendas que, com poucas médicos ou filas acaba ficando muito grandes e o atendimento precisa ser rápido, com a necessidade necessária para atender a todos, alguns países básicos acaba passando em branco.

Os procedimentos que poderiam e deveriam ser feitos para evitar a contaminação e a criação de superbactérias, o controle das fazendas deveria ser mais

rigoroso com fiscalização e o controle de remédios dados aos animais.

Na parte das fazendas o problema poderia ser controlado com mais médicos e maiores investimentos na saúde, assim procedimentos básicos não seriam esquecidos e a contaminação seria menor.

## Superbactérias

- São consideradas "superbactérias" aquelas bactérias que sofrem mutações, e se tornam resistentes a antibióticos. Essas bactérias são muito perigosas porque, mesmo quando são tratadas com o antibiótico, elas não conseguem morrer. Algumas delas são responsáveis por mais de 23 mil mortes anualmente.

- Muitos usam os próprios antibióticos utilizados de maneira errada, como essas mutações que as tornam resistentes. Isso também acontece por que ~~as~~ pessoas usam ~~os~~ receitas médicas com antibióticos sem nenhuma necessidade, no momento das crises. Utilizam os antibióticos de maneira errada.

- O Brasil estaria entre os países que teriam risco de perder até 4,4% do seu PIB em 2050, segundo estimativa do Banco Mundial, devido ao aumento da população dos idosos. Também o fato de não se fazer o uso correto dos antibióticos na produção

de produção animal.

- Dessa modo a pecuária sendo um dos principais setores para a produção de alimentos essenciais para a alimentação humana, muitas vezes são tomadas medidas para melhorar a performance do animal.

- As principais medidas a serem tomadas para isso, uma vez que os animais são seres vivos, com necessidades físicas e psicológicas, são:

- 1. Melhorar a qualidade do ambiente de criação, com acesso a água e alimentos de qualidade.
- 2. Melhorar a qualidade do manejo, com o uso de técnicas modernas de criação.
- 3. Melhorar a qualidade do material genético, com o uso de técnicas modernas de melhoramento genético.
- 4. Melhorar a qualidade da alimentação, com o uso de alimentos de qualidade e técnicas modernas de nutrição.
- 5. Melhorar a qualidade da saúde, com o uso de técnicas modernas de medicina veterinária.
- 6. Melhorar a qualidade do bem-estar animal, com o uso de técnicas modernas de manejo e criação.

Essas medidas são fundamentais para a melhoria da produção animal, e devem ser adotadas por todos os produtores e criadores.