



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO TECNOLÓGICO

AFONSO SANTOS DE SOUZA

**PRÁTICAS E PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE MICROBIOLOGIA NO
CONTEXTO AMAZÔNICO**

Manaus - AM
2020

AFONSO SANTOS DE SOUZA

**PRÁTICAS E PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE MICROBIOLOGIA NO
CONTEXTO AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico - PPGET do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico, sob orientação da Prof.^a Dra. Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena e coorientação da Prof.^a Dra. Lucilene da Silva Paes.

Área de Concentração: Processos e produtos para o Ensino Tecnológico.

Linha de pesquisa: Recursos para o Ensino Técnico e Tecnológico.

Manaus - AM
2020

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

S729p Souza, Afonso Santos de.
Práticas e perspectivas para o ensino de microbiologia no contexto
amazônico / Afonso Santos de Souza. – Manaus, 2020.
115 p. : il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico). – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus
Centro, 2020.

Orientadora: Profª. Dra. Juliana Mesquita Vidal Martinez de Lucena.
Coorientadora: Profª. Dra. Lucilene da Silva Paes.

1. Ensino tecnológico. 2. Microbiologia - ensino. 3. Aprendizagem
significativa. 4. I. Lucena, Juliana Mesquita Vidal Martinez de. (Orient.)
II. Paes, Lucilene da Silva. (Coorient.). III. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Amazonas. IV. Título.

CDD 371.33

AFONSO SANTOS DE SOUZA

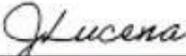
**PRÁTICAS E PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE MICROBIOLOGIA NO
CONTEXTO AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico - PPGET do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico, sob orientação da Prof.^a Dra. Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena e coorientação da Prof.^a Dra. Lucilene da Silva Paes.

Área de Concentração: Processos e produtos para o Ensino Tecnológico.

Linha de pesquisa: Recursos para o Ensino Técnico e Tecnológico.

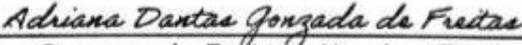
BANCA EXAMINADORA



Dra. Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena, Presidente / Orientadora (IFAM)



Dr. João dos Santos Cabral Neto, Membro Titular Interno (IFAM)



Dra. Adriana Dantas Gonzaga de Freitas, Membro Titular Externo (UFAM)

Manaus
2020

*Tudo tem o seu tempo determinado,
e há tempo para todo o propósito debaixo do céu.*

Eclesiastes 3:1

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que tem tornado possíveis e novas todas as coisas em minha vida: “Eis que faço novas todas as coisas”. Meu eterno reconhecimento pela Sua infinita misericórdia!

À minha mãe, que mesmo com pouco estudo me motivou a ser uma pessoa forte em vários aspectos da minha vida pessoal e profissional. Todo meu amor, admiração e carinho.

À minha orientadora Prof.^a. Dra. Juliana Mesquita Vidal Martinez de Lucena, que mesmo em alguns momentos distante geograficamente, se fez presente da mesma forma. Obrigado pela paciência, dedicação, e por todos os questionamentos que me deixavam por horas pensando na condução da minha pesquisa. Sem dúvida, sem a sua valiosa orientação nada seria possível. Gratidão!

À minha coorientadora, Prof.^a. Dra. Lucilene da Silva Paes, pela serenidade e paciência durante as orientações. Meu carinho e respeito.

Ao professor Dr. João dos Santos Cabral Neto, que desde o seminário de projetos tem sido solícito em todos os momentos para idealização da minha pesquisa de mestrado. Deixo registrada a minha profunda admiração e respeito pelo senhor.

A Felipe José Mesch do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), que me motivou e direcionou durante o mestrado, auxiliou na preparação do material para aplicação da pesquisa, inclusive dos insumos utilizados nas aulas práticas. Minha eterna gratidão!

A todos os colegas que conquistei no PPGET, em especial, Cilene Alvim, Gilmara Maquiné, Luciana Souza e Nívea Carvalho. Que mesmo distantes, Deus nos conserve em união.

Aos colegas e professores da Escola Estadual Maria Madalena, pelo incentivo e colaboração para a realização deste trabalho, especialmente à professora Nancy Barbosa e à gestora Arlete Mendonça. E também a todos os alunos participantes desta pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (FAPEAM), que permitiu a condução dessa pesquisa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), e a todos que acreditam que a Educação e a Ciência são as únicas formas de mudanças significativas no mundo.

Obrigado Deus, que mesmo em um país com tantas injustiças e desigualdades, me deu o privilégio de estudar e cruzar o caminho de tantas pessoas especiais.

RESUMO

O aprendizado pode ser construído com base em nossas experiências e vivências e por meio daquilo que nos cerca. Nesse sentido, é importante trabalhar novos conhecimentos na escola com base em conteúdos regionais, a fim de aproximar-se da realidade dos indivíduos que estão em processo de aprendizagem. No caso específico da microbiologia, parte integrante do conteúdo curricular de Biologia no Ensino Médio, essa premissa é tanto mais relevante, tendo em vista a complexidade do conteúdo e a invisibilidade dos microrganismos. Portanto, o objetivo desta dissertação foi elaborar uma estratégia de ensino de microbiologia baseada na microbiota amazônica, apresentando uma sequência didática fundamentada nos pressupostos da aprendizagem significativa de David Ausubel. O desenvolvimento desta pesquisa ocorreu em duas etapas distintas: a primeira consistiu na análise dos livros didáticos do ensino médio, a fim de verificar como os conteúdos de microbiologia eram contemplados nessas obras, e se mencionavam, de alguma forma, microrganismos da Amazônia. Foi realizado em paralelo, um levantamento acerca dos trabalhos publicados e de fácil acesso na *web*, que utilizaram algum microrganismo amazônico como objeto de estudo, na perspectiva de que os mesmos pudessem ser utilizados como subsídios para ensinar tópicos de microbiologia. A segunda etapa da pesquisa foi subdividida em 6 encontros com 30 alunos de duas turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de tempo integral em Manaus, no Estado do Amazonas. Nesta etapa, foram utilizados organizadores prévios e mapas conceituais como instrumentos de coleta de dados, diagnóstico e avaliação. Os mapas foram aplicados de forma individual e colaborativa e analisados por meio da Taxonomia Topológica e de Rubricas Analíticas, contendo critérios que descrevem as qualidades que devem ser evidenciadas durante a avaliação, sendo elas, os níveis de desempenho, e a qualidade do desempenho, que é a descrição do que o professor espera que cada aluno alcance. Os resultados obtidos mostraram que os livros didáticos não contemplavam os conteúdos regionais, demonstrando a carência de materiais de apoio à contextualização em nível regional. Verificamos por meio de um levantamento sistemático, que há inúmeros trabalhos científicos publicados sobre microrganismos da Amazônia e que poderiam servir para aplicação direta em sala de aula. A aplicação da sequência didática evidenciou a potencialização da aprendizagem em microbiologia exemplificada com conteúdos amazônicos, causando um perceptível aumento da empatia dos alunos pelos tópicos abordados, e sendo refletida na avaliação dos mapas conceituais finais. Portanto, a sequência didática aqui proposta se mostrou válida para facilitar a aquisição de conhecimentos de microbiologia contextualizados na Amazônia. E ainda, tanto os instrumentos avaliativos, como os analíticos, se mostraram adequados e proveitosos para ensinar microbiologia geral e no contexto amazônico.

Palavras-chave: Ensino. Microbiologia na Amazônia. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Learning can be built based on our experiences and through interactions with the community. In this sense, it is important to teach new knowledge at school based on regional context, so that it can get closer to the reality of the individuals in the learning process. In the case of microbiology, which is part of the curricular content of Biology in High School, this premise is even more relevant, given the complexity of the content and the invisibility of microorganisms. Therefore, the objective of this dissertation was to elaborate on a microbiology teaching strategy based on the Amazonian microbiota, proposing a didactic sequence based on the assumptions of David Ausubel's meaningful learning. The development of this research took place in two distinct stages: the first consisted of the analysis of high school textbooks, to verify how the microbiology contents were contemplated in these works, and in some way, microorganisms from the Amazon were mentioned. In parallel, a survey was carried out about published works that are easily accessible on the web, which used some Amazonian microorganisms as the object of study, from the perspective that they could subsidy to teach microbiology topics. The second stage of the research was subdivided into 6 meetings with 30 students from two classes of the 3rd year of high school at a state full-time school in Manaus, in the State of Amazonas. In this stage, previous organizers and concept maps were used as instruments for data collection, diagnosis, and evaluation. The maps were applied individually and collaboratively and analysed using Topological Taxonomy and Analytical Rubrics, containing criteria that describe the qualities that should be highlighted during the evaluation, namely, the levels of performance, and the quality of performance, which it is the description of what the teacher expects each student to achieve. The results obtained showed that the textbooks did not include regional content, demonstrating the lack of support materials for contextualization at the regional level. We verified through a systematic survey, that there are countless published scientific works on microorganisms in the Amazon and that they could be used for direct application in the classroom. The application of the didactic sequence showed the enhancement of learning in microbiology exemplified with Amazonian content, causing a noticeable increase in students' empathy for the topics covered, and is reflected in the evaluation of the final conceptual maps. Therefore, the didactic sequence proposed here proved to be valid to facilitate the acquisition of knowledge of microbiology contextualized in the Amazon. And yet, both the evaluative and analytical instruments proved to be adequate and useful for teaching general microbiology and in the Amazon context.

Keywords: Teaching. Microbiology in Amazonia. Meaningful learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Microrganismos coexistentes em diferentes partes do nosso corpo.	20
Figura 2. Mapa conceitual elaborado por um grupo de estudantes de 1º BUP (14/15 anos) sobre dinâmica dos ecossistemas. (Cedido por Mº Luz Rodrigues Palmero, I. B. Dr. Antônio Gozáles, Tejina, La Laguna, Sta. Cruz de Tenerife).	38
Figura 3. Etapas da Aprendizagem Colaborativa Expandida.	40
Figura 4. Mapa conceitual com a pergunta focal: Qual a função do mapa conceitual e sua estrutura básica?	42
Figura 5. Oficina de mapas conceituais. 1. Turma A; 2. Turma B.	60
Figura 6. Mapas conceituais dos conhecimentos prévios dos estudantes A5, A6 e A12 (sentido horário).	63
Figura 7. Mapas conceituais dos conhecimentos prévios dos estudantes A1 e A2.	67
Figura 8. Conhecimentos prévios sobre bactérias. 1. Turma A; 2. Turma B.	70
Figura 9. Aula dialogada sobre o Reino Monera.	70
Figura 10. Conhecimentos prévios sobre fungos. 1. Turma A; 2. Turma B.	74
Figura 11. Aula prática no laboratório.	77
Figura 12. Materiais utilizados na prática e estufa bacteriológica.	77
Figura 13. Elaboração dos mapas conceituais colaborativos. 1. Turma A; 2. Turma B.	79
Figura 14. Mapa conceitual colaborativo da Turma A, G1.	81
Figura 15. Mapa conceitual colaborativo da Turma A, G2.	83
Figura 16. Mapa conceitual colaborativo da Turma A, G3.	85
Figura 17. Mapa conceitual colaborativo da Turma B, G4.	87
Figura 18. Mapa conceitual colaborativo da Turma B, G5.	88
Figura 19. Socialização final.	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Taxonomia topológica.....	41
Quadro 2. Etapas para elaboração de uma aula, segundo os pressupostos da aprendizagem significativa e suas respectivas atividades.	44
Quadro 3. Itinerário da pesquisa.	47
Quadro 4. Critérios e níveis estabelecidos para avaliar mapa conceitual individual partindo da pergunta focal “Quais as diferenças que podemos encontrar entre as células procarióticas e eucarióticas?”.....	51
Quadro 5. Critérios e níveis estabelecidos para avaliar mapa conceitual colaborativo partindo da pergunta focal “Como podemos diferenciar bactérias e fungos?”.	52
Quadro 6. Cálculo para atribuição de nota, utilizando-se regra de três simples para média, e níveis de desempenho para aplicação de notas.	53
Quadro 7. Análise de conteúdo de microbiologia em livros didáticos do ensino médio.	55
Quadro 8. Plano de aula utilizado na oficina sobre mapas conceituais.....	105
Quadro 9. Plano de aula dialogada sobre o Reino Monera e sua diversidade na Amazônia.	106
Quadro 10. Plano de aula utilizado na aula dialogada sobre o Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia.....	108
Quadro 11. Plano de aula utilizado na aula dialogada sobre Ubiquidade Microbiana.	109
Quadro 12. Anexo da aula sobre Ubiquidade Microbiana.	110
Quadro 13. Plano de aula utilizado para elaboração dos mapas conceituais colaborativos	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Desempenho dos estudantes da turma A na elaboração dos mapas conceituais individuais.	61
Tabela 2. Desempenho dos estudantes da turma B na elaboração dos mapas conceituais individuais.	65
Tabela 3. Desempenho dos estudantes na elaboração dos mapas conceituais em nível de critérios e topologia.	80
Tabela 4. Publicações selecionadas sobre contaminação alimentar.	113
Tabela 5. Publicações selecionadas sobre diversidade microbiana.	113
Tabela 6. Publicações selecionadas sobre Ecologia dos microrganismos amazônicos.	114
Tabela 7. Publicações selecionadas sobre Fungos comestíveis.....	114

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Qualidade do desempenho dos estudantes da turma A.	62
Gráfico 2. Desempenho dos estudantes da turma A em nível topológico.	63
Gráfico 3. Qualidade do desempenho dos estudantes da turma B.	66
Gráfico 4. Desempenho dos a da turma B em nível topológico.	66
Gráfico 5. Comparativo das turmas A e B, quanto à qualidade do desempenho.	68
Gráfico 6. Comparativo das turmas A e B, quanto à taxonomia topológica.	69
Gráfico 7. Conhecimento prévio das turmas A e B sobre bactérias.	72
Gráfico 8. Conhecimento prévio das turmas A e B sobre fungos.	75

LISTA DE SIGLAS

ACE - Aprendizagem Colaborativa Expandida
AJS - LTDA Arnaldo Joaquim Saraiva Limitada
AN - Ágar Nutriente
BNCC - Base Nacional Comum Curricular
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
COVID-19 - Corona Vírus Disease (Doença do Coronavírus), 2019
DP - Diferenciação Progressiva
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
ENF - Espaço Não Formal
IFAM - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
MC - Mapa Conceitual
MCC - Mapa Conceitual Colaborativo
OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde
PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD - Plano Nacional do Livro Didático
PPGET- Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico
RI - Reconciliação Integrativa
Scielo - Scientific Electronic Library Online
SEDUC- AM - Secretaria de Educação do Estado do Amazonas
SM - Sociedade de Maria
TAS - Teoria da Aprendizagem Significativa
UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
OBJETIVOS	19
Objetivo Geral	19
Objetivos Específicos	19
1 ENSINO DE MICROBIOLOGIA NA VIDA E NA ESCOLA	19
1.1 Importância da microbiologia.....	19
1.2 Ensino de microbiologia.....	22
1.2.1 Ensino de microbiologia na Amazônia.....	25
1.3 Experimentação como estratégia de ensino-aprendizagem	27
2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O ENSINO DE MICROBIOLOGIA	31
2.1 Mapas conceituais como facilitadores da aprendizagem significativa.....	36
2.2 Planejando uma aula segundo os pressupostos da aprendizagem significativa.....	42
3 METODOLOGIA.....	45
3.1 Identificação do local e dos sujeitos da pesquisa	45
3.2 Abordagem e itinerário da pesquisa	45
3.3 Análise dos livros didáticos de biologia fornecidos pelo PNLD.....	46
3.4 Seleção de publicações sobre microrganismos amazônicos.....	48
3.5 Proposta de sequência didática e aplicação da pesquisa.....	48
3.6 Análise das avaliações e da aprendizagem	48
3.7 Elaboração do produto para o Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico.....	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 Análise dos livros didáticos de biologia do ensino médio.....	55
4.2 Publicações selecionadas	57
4.2.1 Contaminação alimentar	58
4.2.2 Diversidade microbiana	58
4.2.3 Ecologia dos microrganismos amazônicos.....	59

4.2.4 Fungos comestíveis	59
4.3 Diagnóstico dos conhecimentos prévios sobre citologia.....	59
4.3.1 Cenário do conhecimento prévio dos alunos sobre bactérias	69
4.4 Atividade prática laboratorial	76
4.5 Avaliação da aprendizagem: elaboração dos mapas conceituais colaborativos	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
REFERÊNCIAS	94
APÊNDICE A - Plano de aula utilizado na oficina sobre mapas conceituais.....	105
APÊNDICE B - Plano de aula utilizado na dialogada sobre o Reino Monera.....	106
APÊNDICE C - Plano de aula utilizado na aula dialogada sobre o Reino Fungi	108
APÊNDICE D - Plano de aula teórico-prática sobre ubiquidade microbiana e seu anexo	109
APÊNDICE E - Plano de aula utilizado para elaboração dos MCCs	111
APÊNDICE F – Publicações selecionadas.....	115
APÊNDICE G – Produto educacional da pesquisa.....	113

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem a finalidade de contribuir com estudos acerca do ensino de microbiologia geral no contexto da Amazônia. Ela foi idealizada em uma escola de tempo integral de ensino médio na cidade de Manaus, Estado do Amazonas, com duas turmas de terceiro ano, totalizando trinta alunos participantes. Foram investigadas as contribuições que uma sequência didática em microbiologia, permeada com exemplos da diversidade microbiana da Amazônia, e por meio da experimentação prática (BARBOSA; BARBOSA, 2010; GUIMARÃES, 2013; OLIVEIRA, AZEVEDO; NETO, 2016; MORESCO et al., 2017), poderiam contribuir para a aprendizagem neste campo da biologia.

Esta pesquisa foi desenvolvida com base nos pressupostos da aprendizagem significativa, teoria de aprendizagem cognitivista proposta por David Ausubel (1980), pela qual se entende que os conhecimentos que se pretende ensinar/aprender são ancorados às informações previamente existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Moreira (2012; 2013), apoiando-se na teoria ausubeliana, sugere que uma sequência didática com objetivo claro, organizada com materiais que obedeçam a uma lógica, e que de algum modo sejam estimulantes para o aluno, pode representar um material potencialmente significativo.

Desta maneira, os conteúdos científicos que tratam de estudos sobre microrganismos da Amazônia, podem trazer um componente de identificação pessoal com a microbiologia, auxiliando os estudantes na aquisição de novos conhecimentos com base em suas vivências como indivíduo amazônico, sendo este um ponto de partida provavelmente válido a ser utilizado durante o processo de formação dos estudantes, tendo em vista a possibilidade da aprendizagem a partir dos seus conhecimentos prévios (AUSUBEL, 2003).

O ensino de microbiologia concentra-se em estudar o papel dos microrganismos no mundo, principalmente em relação ao corpo humano e ao meio ambiente (DO PRADO; THEODORO; KHOURI, 2004; KIMURA et al., 2013). Neste sentido, conhecer os microrganismos tem se tornado cada vez mais relevantes nos dias de hoje, por envolver questões básicas relacionadas à saúde humana, ao desenvolvimento de diversos campos científicos como a biotecnologia, engenharia, genética, indústrias de alimentos e farmacêutica, ou ainda, pelo estudo acerca da evolução e resistência dos patógenos a diversos fármacos, e pela diversidade de vírus e sua versatilidade mutacional que podem

ocasionar problemas de saúde pública em todas as classes sociais. Diante da situação mundial da pandemia de COVID-19, observa-se como é relevante a importância dos cuidados básicos de higiene e como a situação de analfabetismo científico pode ser extremamente prejudicial à população em todos os níveis (CARVALHO et al., 2020).

Deste modo, buscar novos subsídios que possam demonstrar a relevância desses temas e auxiliar a aprendizagem dos conteúdos de forma contextualizada na Amazônia, pode trazer aos estudantes, a possibilidade de conhecer alguns dos microrganismos da região e, de sobremaneira, estudar microbiologia a partir de uma nova perspectiva de identificação própria e pessoal. Assim, indaga-se de que modo uma abordagem contextualizada na Amazônia pode favorecer a aprendizagem da microbiologia no Ensino Médio?

Neste sentido, o objetivo geral desta pesquisa foi elaborar uma estratégia de ensino de microbiologia baseada na microbiota amazônica, apresentando uma sequência didática fundamentada nos pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel (1980; 2000; 2003). Para tanto, foram utilizados como instrumentos avaliativos e diagnósticos, as aulas teórico-práticas e a elaboração de mapas conceituais individuais e colaborativos.

O capítulo 1 apresenta o arcabouço teórico acerca da importância do ensino de microbiologia na vida dos indivíduos, na escola e na sociedade e, assim como, a relevância da sua abordagem contextualizada na Amazônia, descrevendo alguns trabalhos que foram desenvolvidos com microrganismos da Região. Discorre ainda, sobre práticas experimentais no ensino de microbiologia e a contribuição dos métodos utilizados para o ensino de biologia, de um modo geral.

No capítulo 2, faz-se uma abordagem teórica a respeito da aprendizagem significativa e possíveis contribuições para o ensino de microbiologia, e o uso dos mapas conceituais como facilitadores da aprendizagem dos estudantes. Já no capítulo 3, são descritos o percurso metodológico adotado para coleta de dados e para o desenvolvimento/aplicação da sequência didática, assim como os instrumentos analíticos utilizados. No último capítulo, são apresentados e discutidos os resultados alcançados à luz da literatura pertinente.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- ✓ Elaborar uma estratégia de ensino de microbiologia baseada na microbiota amazônica, apresentando uma sequência didática fundamentada nos pressupostos da aprendizagem significativa.

Objetivos Específicos

- ✓ Analisar os livros didáticos de biologia, verificando como a temática da microbiologia tem sido abordada, e se os conteúdos contemplam informações sobre a microbiota amazônica.
- ✓ Selecionar conteúdos de produções científicas sobre microrganismos da Amazônia para utilização como tópicos de microbiologia para o ensino médio;
- ✓ Elaborar uma sequência didática teórico-prática utilizando textos científicos para a contextualização do ensino de microbiologia na Amazônia;
- ✓ Avaliar as contribuições das aulas experimentais para o processo ensino-aprendizagem com base nos pressupostos da aprendizagem significativa.

1 ENSINO DE MICROBIOLOGIA NA VIDA E NA ESCOLA

1.1 Importância da microbiologia

A microbiologia é a área da biologia que se dedica ao estudo dos microrganismos e sua diversidade no planeta. Nesta área é possível ser estudada a função dos microrganismos e suas atividades, assim como, suas características morfológicas e fisiológicas, reprodução, genética, metabolismo e suas interações com os outros organismos existentes (BEZERRA, 2016).

Enquanto tópico de estudo, a microbiologia trata também da diversidade e evolução das células microbianas, destacando o porquê e como diferentes organismos surgiram em determinados ambientes, assim como a microbiologia no contexto ecológico que se refere principalmente aos locais onde os microrganismos vivem na terra, e como eles se associam e cooperam com outros seres vivos e fatores abióticos, como: água, solo, umidade (MADIGAN, 2016).

Do Prado, Teodoro e Khouri (2004) fazem uma analogia interessante ao mencionarem os microrganismos, referindo-se aos mesmos como hóspedes permanentes, levando em consideração a sua associação com os outros fatores existentes na terra como: o solo, água ou até mesmo entre si, em função dos tipos de associação ou relações de

interdependência que os microrganismos mantêm. Essas interações podem gerar prejuízos ou benefícios para os organismos envolvidos, denominando-se relações harmônicas ou desarmônicas (CONTI; GUIMARÃES; PUPO, 2012).

Gutiérrez (2015) destaca em uma publicação, que os microrganismos são dez vezes mais numerosos que as células do nosso corpo. Ao destacarmos a importância desses microrganismos para a manutenção da saúde humana, podemos mencionar as diversas bactérias que vivem em associação simbiótica em nosso corpo, cooperando para a realização e a regulação de inúmeras funções vitais, como por exemplo, a microbiota intestinal que contribui na digestão e absorção de nutrientes, e na síntese de vitaminas e fortalece o sistema imunológico, tais microrganismos são denominados de microbiota. A figura 1 mostra a associação de alguns microrganismos no corpo humano.

Figura 1. Microrganismos coexistentes em diferentes partes do nosso corpo.



Fonte: Gutiérrez (2015).

Na microbiologia estão inseridos os organismos procariontes representados pelas bactérias e arqueobactérias, que possuem uma estrutura celular simples, os seres eucarióticos pertencentes ao grupo dos fungos, algas microscópicas e protozoários, que são seres com células mais complexas, e os acelulares que são chamados de vírus (BEZERRA, 2016; MORESCO et al., 2017).

O interesse pela microbiologia como tema de relevância, vem de encontro ao cotidiano do ser humano e de seus grupos sociais, bem como, ao crescimento científico, inovador e tecnológico. Isso se deve, principalmente à descoberta de novos microrganismos e pelo conhecimento sobre aqueles que se desenvolvem e se tornam cada vez mais resistentes a determinados fármacos. O interesse por esta área deve-se também ao uso de bactérias e fungos nas áreas de farmacologia, indústrias alimentícias, engenharia genética e,

principalmente, por serem não só a base da cadeia alimentar (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), mas os responsáveis pela ciclagem de nutrientes na natureza, um de seus principais papéis ecológicos. A interação entre microrganismos e plantas, por exemplo, é tida como um dos fatores mais importantes para a manutenção das florestas tropicais (FERREIRA et al., 2006).

Observamos que, neste campo de estudo, são conquistados avanços importantes e fundamentais para a compreensão da vida no planeta e para a sobrevivência humana. Por exemplo, os microbiologistas desenvolvem investigações, tratando principalmente de bactérias resistentes a antibióticos, com impactos que abrangem o campo veterinário, agrícola e industrial. Madigan (2016) destaca a relevância desta área para o avanço científico e tecnológico, tendo em vista, prioritariamente, o estudo sobre doenças infecciosas.

Em todas as subáreas da microbiologia são desenvolvidos processos que resultam desde a produção de vacinas, vitaminas e hormônios para uso humano e/ou animal, até os bioinseticidas que ajudam a assegurar o cultivo e a distribuição de alimentos livres de agrotóxicos, impactando o meio ambiente de forma positiva. Diante disto, pode-se supor que o conhecimento sobre microrganismos, suas interações e suas potenciais aplicações, são um relevante investimento no futuro da humanidade, podendo ser vislumbrado a partir de pequenas ações, como o ensino de futuros cientistas e educadores de cientistas desde os primeiros anos da educação básica.

No contexto da atual Pandemia de COVID-19, o interesse por informações sobre vírus e como esses seres interagem com o organismo humano tem crescido enormemente. Ao mesmo tempo em que uma situação como essa traz o efeito positivo da busca e valorização de informações científicas, por outro lado denuncia o quanto a população é desprovida de conhecimentos básicos que deem argumentos suficientes para julgar com o mínimo de criticidade as notícias falsas que circulam na rede mundial de computadores e que prejudicam o controle e o combate aos avanços da doença.

“O maior dos esforços para o controle do SARS-CoV-2 tem sido o compartilhamento de informações sobre como se prevenir, a chamada educação para saúde. Isso porque não existe até o momento atual nenhum tipo de medicamento, tratamento ou vacina específica para esse novo vírus, portanto, a melhor forma de combater a pandemia é a prevenção. No Brasil, órgãos do governo estão lançando ações para a conscientização da população. Porém, em contrapartida, há uma parcela da população que se utiliza do cenário de receio para espalhar medo e instaurar caos a partir da criação e do compartilhamento de notícias falsas, utilizando-se das ferramentas disponíveis nas mídias sociais digitais, as chamadas *Fake News*.” (SOUZA JÚNIOR et al., 2020).

1.2 Ensino de microbiologia

Podemos considerar a biologia como uma ciência ampla, pois estuda todos os organismos vivos e suas relações com os fatores abióticos existentes no planeta. Esta disciplina faz parte do componente curricular na educação básica, mais especificamente do ensino médio, e pode englobar desde a origem da vida e sua diversidade, a reprodução dos organismos e suas relações intra e interespecíficas, e uma lista incontável de processos biológicos que são trabalhados e discutidos durante as aulas (CALDEIRA, 2009).

Segundo Brasil (2017), a biologia está inserida na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, que inclui também os campos da Química e da Física, tendo como um dos objetivos:

[...] contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL 2017, p. 537).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000), ao descreverem a disciplina de biologia, notabilizam que a mesma deve permitir a compreensão da natureza e dos diversos organismos vivos existentes nela, bem como a sua interação e suas respectivas funções nos ecossistemas.

Neste sentido, o conhecimento na disciplina de biologia deve subsidiar um julgamento a respeito do uso dos recursos naturais e das tecnologias que surgem na humanidade, elaborando argumentos para identificar até onde a intervenção humana e o avanço da ciência pode interferir no meio natural como consequência para o próprio ser humano.

Preocupa-se também, com as questões da dinâmica dos ecossistemas e suas mudanças; por fim, o modo de como a natureza se comporta perante tais modificações e como a vida se processa (BRASIL, 2000).

Ao especificarem as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas no campo da biologia mostram alguns pontos relevantes para o desenvolvimento desta área, dentre eles a possibilidade de utilizar tal ciência como um “meio” para ampliação e compreensão da realidade e utilização dos recursos de maneira coerente (BRASIL, 2000).

No contexto da educação básica, muitos desafios são encontrados para o ensino de biologia (SILVA-JUNIOR; BARBOSA, 2009). Pozo e Gomes Crespo (2006) salientam que

grande parte dos alunos acredita serem agentes passivos no processo científico, e tornam-se sujeitos sem concepções novas. Encontrar meios que possam inserir cada vez mais esses indivíduos dentro do campo científico e, como consequência, torná-los cada vez mais autônomos para identificar e buscar respostas novas no ramo da ciência tornará o processo de formação cada vez mais autêntico e sem muitos paradoxos, fazendo com que novas descobertas possam ocorrer na área da ciência da natureza desde a educação básica.

No que se refere ao ensino de microbiologia, Do Prado, Teodoro e Khouri (2004) relatam que há muito tempo esta área deixou de se restringir somente as salas de aula do ensino superior, e vem ganhando espaços em várias instituições de ensino e na área da saúde; isso se deve a questões básicas envolvendo o meio ambiente, como os cuidados básicos de higiene, que interferem com a vida prática de indivíduos de todas as classes sociais e por toda a vida.

Souza (2014) relata a importância de observar o ensino de microbiologia como um campo inovador, no qual encontramos sempre métodos novos para ensinar. Ressalta que, sobretudo, se devem utilizar novas práticas de ensino, visando assim, o crescimento do número de novas descobertas nesta área. Isso é importante para possibilitar a expansão do universo de conhecimento para os alunos e, de sobremaneira, correlacionar com o cotidiano desses indivíduos na perspectiva de despertar um espírito científico durante o processo de formação dos discentes.

Publicações relacionadas aos conteúdos de microbiologia estão a cada dia mais em evidência, o que facilita o desenvolvimento de instrumentos metodológicos voltados à realidade e ao cotidiano dos alunos e das escolas. Cabe aos professores de Biologia, desenvolver estratégias metodológicas e utilizarem atividades que propiciem a assimilação dos conteúdos, e a construção de conceitos de forma mais significativa, a partir da investigação, refletindo na aprendizagem pela prática (SOUZA, 2014, p. 20).

Ao buscar entender o desinteresse dos discentes pelo campo da microbiologia, no ensino médio, Kimura et al. (2013) destacam que a falta de conexão entre este campo com o cotidiano é um fator que deve ser considerado durante a abordagem deste conteúdo em todas as áreas do ensino, pois ao realizar uma correlação entre os conteúdos teóricos com a vivência diária, isso pode ser considerado uma estratégia que irá auxiliar o professor a estimular os estudantes para o conhecimento dos microrganismos, e, sobretudo, os estudantes conseguirão relacionar as teorias aprendidas em sala de aula com seu dia a dia.

Bezerra (2016) reforça que essa estratégia pode tornar o processo de ensino mais significativo, por despertar no aluno uma possível identificação com as situações e conteúdos discutidos em aula, aumentando seu interesse pelo tema e facilitando a aprendizagem.

Segundo Souza (2014), um dos possíveis “gargalos” para que o ensino de microbiologia seja um empecilho diante dos discentes seria a “linguagem científica”, visto que vários termos e expressões utilizados neste campo não são de fácil compreensão. Todavia, cabe ao professor verificar de que maneira este conteúdo pode ser transmitido no ambiente escolar e quais são os métodos mais adequados para o desenvolvimento deste campo.

Jacobucci e Jacobucci (2009), ao verificarem o cenário do ensino de microbiologia no Brasil, encontraram pouquíssimos trabalhos acadêmicos que enfoquem a microbiologia como um tema de relevância para o ensino em todos os níveis e que há uma possível falta de interesse dos pesquisadores quanto a se dedicarem a esta área em nosso país. Um levantamento sistemático das publicações na área de Ensino de microbiologia nos últimos dez anos (SOUZA; DE LUCENA, 2018), destacou que, apesar do aumento do número de grupos de pesquisa no Brasil atuando nessa linha específica, não houve avanços significativos no número de publicações voltadas ao ensino.

Ainda no mesmo levantamento realizado por Souza e De Lucena (2018), observou-se que poucas pesquisas em nível de mestrado e doutorado foram dedicadas ao ensino de microbiologia no Brasil. Verificando o cenário dos últimos dez anos foram encontradas apenas 3 dissertações de mestrado (FERRAZ, 2014; BEZERRA, 2016; FURTADO JUNIOR, 2017) e 2 teses de doutorado (VILAS BOAS, 2014; MORESCO, 2017) constantes do Catálogo de Dissertações e Teses no sítio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Uma das possíveis hipóteses levantada pelos autores que justifique os poucos trabalhos voltados para o ensino de microbiologia, seria justamente a falta de incentivo para a realização de pesquisas voltadas para este campo, seja na forma de investimentos em insumos, laboratórios e materiais necessários para desenvolvimento de pesquisas, ou a ausência de pesquisadores que tenham como objeto de estudo o ensino de microbiologia na educação básica (JACOBUCCI; JACOBUCCI, 2009). Destacamos a importância de profissionais que se dediquem a esta área desde a educação básica na possibilidade de estimular e detectar o surgimento de novos talentos para atuarem como recursos humanos na microbiologia e/ou no ensino da mesma (SOUZA; DE LUCENA, 2018).

Outro fator pertinente a respeito das dificuldades para ensinar microbiologia é o fato dos microrganismos serem invisíveis a olho nu. Neste sentido, a microbiologia parece ser um campo abstrato para muitos estudantes, tornando-se desafiador para o docente, pois os alunos podem perder parcialmente o interesse. Muitas vezes, o professor fica desestimulado pelas dificuldades de infraestrutura laboratorial das escolas e acaba abordando esses conteúdos de maneira desinteressada, meramente teórica, levando ao entendimento equivocado dos alunos sobre a microbiologia.

Desta forma, é importante identificar as necessidades específicas de sua própria realidade escolar e desenvolver novas práticas que possam subsidiar e tornar esta área mais significativa dentro do contexto básico da educação do componente curricular biologia. A inserção de aulas de caráter demonstrativo e práticas experimentais, mesmo algumas muito simples, que possam aproximar a microbiologia da realidade dos alunos, pode ser uma estratégia para o estudo dos microrganismos. Aulas em laboratórios, de acordo com as condições das instituições de ensino, são práticas que podem fazer com que esta área seja valorizada durante as aulas (SOUZA, 2014; MORESCO, 2016).

Portanto, é importante o professor verificar meios que possam subsidiar ações que contribuam para a melhoria do processo de ensino de microbiologia, no sentido de tornar essa temática interessante e próxima da realidade dos alunos, gerando assim, possibilidades de ganhos cognitivos, bem como, assimilação de conteúdos, envolvimento dos alunos durante as aulas, gerando resultados promissores.

1.2.1 Ensino de microbiologia na Amazônia

Pressupondo-se que o aprendizado pode ser construído com base em seus conhecimentos prévios (AUSUBEL, 1982), uma das alternativas para se desenvolver a aprendizagem em microbiologia pode ser a relação dos conteúdos deste campo com enfoque regional, mais especificamente na região Amazônica, visto que a presente pesquisa foi conduzida na cidade de Manaus, Amazonas, e que muitos resultados de estudos com microrganismos amazônicos podem auxiliar os alunos a fazerem as conexões necessárias com seu cotidiano, potencializando a aprendizagem de novos conteúdos.

Neste sentido, é perceptível que alguns trabalhos com análise microbiológica são realizados na região norte, utilizando principalmente produtos regionais como objeto de estudo. A análise da contaminação do suco de açaí e quais os riscos de contaminação que podem surgir durante sua manipulação foram o foco dos trabalhos de Souza et al. (2006) e

de De Oliveira Cohen et al. (2011) que realizaram a análise microbiológica do açaí comercializado na cidade de Manaus-AM, sendo tal fruto considerado um alimento típico da região Norte. Fermin et al. (2017) pesquisou a presença de coliformes em hambúrguer caseiro comercializado em *food truck* na cidade de Manaus-AM. Esse trabalho se dedicou a analisar e verificar de que maneira a manipulação de hambúrgueres caseiros são comercializados em Manaus e constatou a presença de diversos microrganismos patogênicos, chegando à conclusão de que as condições higiênico-sanitárias foram insatisfatórias durante a manipulação desse alimento. No contexto urbano, é interessante alertar para a presença de possíveis contaminantes microbianos, principalmente, nos alimentos do tipo *fast food* que são tão presentes no cotidiano dos adolescentes e jovens.

Muitos trabalhos têm descrito a microbiota do solo amazônico, destacando a diversidade de espécies (OLIVEIRA; FLOR; DE OLIVEIRA, 2010; RODRIGUES et al., 2011), dedicando-se ao conhecimento da biodiversidade pela descrição de fungos associados às raízes das plantas, essenciais à manutenção do equilíbrio e da manutenção das florestas e dos ecossistemas amazônicos (FREITAS; CARRENHO, 2013), ou ainda pelo levantamento da diversidade de bactérias nos cursos d'água (PEIXOTO et al., 2011; NEVES, 2013) e seu papel no equilíbrio ou recuperação desses ambientes (LIMA, 2010; CASTRO, 2015).

A descrição de microrganismos endofíticos, bactérias e fungos simbioses que tem se destacado por suas potenciais atividades farmacológicas e importância econômica para a região Amazônica, também são tema de inúmeras publicações científicas, dissertações e teses (CHAVERRI; GAZIS, 2010; PAES, 2010; GUIMARÃES et al., 2013; BANHOS et al., 2014, ALMEIDA, 2014, MESQUITA, 2015; MATIAS, 2018).

Outro tópico de importância para o desenvolvimento regional da Amazônia é o conhecimento sobre os cogumelos comestíveis. Mais famosos como iguarias da culinária oriental, os cogumelos têm se tornado opção alimentar de relevante contribuição nutricional, sendo alguns considerados como alimentos funcionais devido aos seus benefícios como o baixo valor calórico, contribuição para a redução dos níveis de colesterol, combate à hipertensão e estimulação do sistema imunológico (MARTENSEN, 2005; CHEN; SEVIOUR, 2007). Na Amazônia, existem mais de 30 espécies catalogadas com base em levantamentos etnomicológicos (VARGAS-ISLA et al., 2013) e as características nutricionais e formas de cultivo de algumas espécies são foco de estudos e pesquisas (SALES CAMPOS et al., 2011; SALES-CAMPOS et al., 2013).

Tendo em vista que a contextualização pode facilitar a aprendizagem de novos conhecimentos, essa carência de recursos e materiais didáticos com exemplos de nossa região, dificulta a mediação da aprendizagem em microbiologia, permanecendo no âmbito das potencialidades até o momento.

1.3 Experimentação como estratégia de ensino-aprendizagem

Ao observarmos de forma crítica a educação básica dentro de um contexto histórico, percebemos a crescente busca por métodos que possam auxiliar na proposição de novas práticas metodológicas dentro do campo de biologia. Essas mudanças são relevantes, pois tornam o processo de ensino aprendizagem mais dinâmico, e auxiliam os docentes na construção de seus planejamentos, currículos, ementas, avaliações e conseqüentemente mais expressivo no que se refere a resultados (POZO; GOMES CRESPO, 2006; SOUZA, 2014).

A incessante evolução da ciência e tecnologia em vários aspectos científicos tem motivado mudanças constantes na forma de ensinar ciências na educação básica. Com isso, tem suscitado nos docentes a busca pela capacitação para a melhoria das didáticas de ensino, para que os sujeitos possam adquirir conhecimentos relevantes dentro e fora da sala de aula e que suas habilidades possam servir para o exercício da cidadania perante a sociedade (TENREIRO-VIEIRA, 2002; DA CUNHA, 2006).

Com isso, percebemos que aulas mais atrativas podem aumentar a capacidade de assimilação de certos conteúdos. Sendo assim, as práticas experimentais são de grande relevância para aumentar a capacidade de aprendizagem durante o processo de formação do indivíduo, pois permitem ao discente tratar os conteúdos com mais segurança e propriedade obtendo os seus próprios resultados com base em teorias aprendidas em sala de aula (PAGEL, CAMPOS; BATITUCCI, 2015).

Brasil (2000), ao mencionarem a experimentação, salienta que ela deve fazer parte da vida da escola, e do cotidiano de todos nós, tendo em vista que a partir dessas atividades é possível despertar o espírito investigativo dos alunos, possibilitando a aprendizagem de maneira diferenciada e a geração de resultados significativos durante as aulas de biologia. Para Oliveira, Azevedo e Neto (2016) as aulas práticas na disciplina de biologia, mais especificamente no campo da microbiologia, podem auxiliar os alunos na compreensão acerca dos conteúdos teóricos, bem como, estimular o desempenho de habilidades durante a construção do conhecimento científico.

Guimarães (2009) e Souza (2014), ao se referirem às atividades experimentais, afirmam que as mesmas contribuem para a melhoria da qualidade de ensino, pois, a aproximação com o objeto de estudo e a elaboração de novos problemas de pesquisa auxiliam de maneira significativa a aprendizagem e são consideradas como uma excelente estratégia para criação de problemas reais que, posteriormente, permitiriam aos alunos a capacidade de contextualização e os estimulariam aos questionamentos mediante as investigações.

Barbosa e Barbosa (2010) mostram que as atividades práticas em microbiologia são essenciais para a formação dos alunos, e ressaltam a importância das instituições possuírem laboratórios que viabilizem o aprendizado prático. Bruxel (2012), ao se referir às atividades experimentais no ensino, destaca que durante estas aulas é possível identificar nos alunos o interesse pela investigação através dos procedimentos que estão acontecendo na prática.

Nesta perspectiva, os discentes são capazes de associar os conceitos teóricos com os procedimentos e resultados. Com isso, os sujeitos conseguem praticar o seu aprendizado adquirindo um ganho cognitivo durante as aulas (SOUZA, 2014).

Moresco et al. (2017) recordam que ao utilizar essa metodologia, é necessário que os objetivos estejam claros para que se possa chegar a bons resultados. Ou seja, para uma boa execução da prática experimental, é necessária uma boa sistematização prévia, bem como, discutir os resultados após a realização da mesma, na perspectiva de compreender se houve um ganho significativo em relação ao que foi abordado durante a aula.

Segundo Kimura et al. (2013), a microbiologia apresentada nas escolas geralmente é vista com muitas teorias, com pouca ou nenhuma atividade de experimentação. Isso se deve à falta de infraestrutura laboratorial que permita a aplicação dos novos conhecimentos teóricos de maneira prática.

Observa-se que nos últimos anos muitos procedimentos experimentais que são realizados no campo da microbiologia, estão atrelados às indústrias de biotecnologia, farmacologia, e engenharias, dentre outras. Com a alta demanda de certos produtos nessas indústrias, é possível identificar o aumento nos preços das vidrarias, meios de cultura, e outros reagentes utilizados durante as aulas práticas experimentais, dificultando, assim, a manutenção dos laboratórios em muitas instituições de ensino e sendo um empecilho para os investimentos nesta área (BARBOSA; BARBOSA, 2010).

Quando se fala em atividades práticas de laboratório, grande parte dos docentes menciona a falta de investimentos que deveriam advir dos órgãos responsáveis pelas instituições de ensino. Entretanto, para Possobom, Okada e Diniz (2003) não se justificam essas afirmações de que as aulas práticas precisam de grandes investimentos, pois para esses autores, os materiais mais sofisticados são apenas artefatos, e o uso de materiais alternativos e práticas experimentais acessíveis, podem ajudar as aulas fluírem de maneira dinâmica e simples, favorecendo os alunos e o professor.

As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes (PCN+ 2000 p. 55).

Barbosa e Barbosa (2010) ressaltam a importância do uso de materiais alternativos para ensinar microbiologia, no sentido de se discutir os aspectos teóricos deste campo, e despertar nos alunos a possibilidade da construção de suas concepções e problemáticas acerca dos seus experimentos. Isso pode motivá-los ao ingresso na carreira científica e, de sobremaneira, auxiliar na aprendizagem significativa.

Ao se deparar com as dificuldades encontradas no ambiente escolar, e visto que isso pode ser rotineiro, o professor pode buscar meios alternativos para que sua prática não deixe de ser exercida de maneira qualitativa, como destaca Tardif (2008) ao fazer uma análise bastante extensa ao tratar da relevância da experiência docente, destacando que por meio da vivência na área pedagógica os professores são capazes de desenvolver saberes múltiplos para lidarem com diversas situações em seu trabalho, conhecendo de forma complexa o seu campo de atuação e, possivelmente, encontrando métodos para execução do seu trabalho.

Pimenta (1996; 2008) não descarta a importância das experiências vivenciadas no cotidiano como forma permanente da reflexão sobre as práticas executadas, e destaca que a partir dessa vivência, é possível adquirir habilidades para a pesquisa prática. Ou seja, o docente tem a responsabilidade de verificar outros meios que possam auxiliá-lo na execução de procedimentos experimentais em suas aulas, visto que isso contribui de maneira positiva para a aprendizagem discente e para o bom exercício de sua atuação no campo pedagógico.

As experiências em laboratório podem trazer ao cotidiano, práticas de vida que impulsionam no sentido da manutenção da saúde e prevenção de doenças. Estudantes que tiveram contato prévio com aulas práticas de microbiologia, supostamente, teriam menos dificuldades em adotar e serviriam mesmo como multiplicadores de ações simples e que se

tornaram essenciais no contexto da pandemia de COVID-19, como lavar as mãos com frequência, ou utilizar álcool 70 líquido ou em gel, adotar o uso de lenços descartáveis, e o uso correto de máscaras e luvas, que se tornam indispensáveis para impedir a disseminação do vírus. Pois, como diz o Fundo das Nações Unidas para Infância (UNICEF), a Federação Internacional da Cruz Vermelha (IFRC) e a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS):

“O conhecimento pode encorajar estudantes a se tornarem defensores da prevenção e controle de doenças em casa, na escola e em sua comunidade conversando com os outros sobre como evitar a disseminação dos vírus” (OPAS, 2020).

A compreensão sobre as implicações práticas dessas medidas e as consequências de não as adotar seriam um excelente tema de aula contextualizada de microbiologia, considerando o grande número de casos confirmados e vítimas fatais na Amazônia, no Brasil e no mundo.

2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O ENSINO DE MICROBIOLOGIA

Um dos desafios encontrados no cotidiano do processo educativo tem sido como ensinar e agregar resultados significativos. Diversos métodos podem ser encontrados diante das dificuldades que ocorrem no processo de aprendizagem dos discentes, podendo o professor agregar conhecimento com base em suas experiências que podem auxiliar na melhoria do exercício de suas atividades pedagógicas (POLITY, 2002; PIMENTA, 2008).

Com o advento da teoria da aprendizagem significativa (TAS), proposta por David Ausubel, em 1963, o processo de ensino e aprendizagem tem ganhado novos rumos no campo educacional (AUSUBEL, 2003). Entender como essa teoria pode ser empregada em diversos campos da ciência, ainda é um desafio diante do interesse pelas mudanças que ocorrem no ensino. Todavia, tal teoria tem sido bastante relevante e utilizada em diferentes áreas, como estratégia real de construção do conhecimento (LEMOS, 2011).

A aprendizagem significativa, segundo Ausubel et al. (1980), pode ser considerada uma abordagem cognitivista que tem como pressuposto a construção do conhecimento pelo qual o indivíduo pode relacionar, de maneira não arbitrária e não-literal, um novo conhecimento com base em sua estrutura cognitiva preexistente. Para Ausubel, diversos fatores devem ser considerados ao expor um novo conhecimento ao aluno. Todavia, sua estrutura como *corpus* deve ser mantida acima de tudo, pois a partir disto, a aprendizagem se torna interessante, visto que o indivíduo já possui conhecimentos a respeito de determinado assunto.

Pelizzari et al. (2002) salientam três requisitos essenciais para a aprendizagem significativa: a) a oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica; b) a possibilidade de conexão do novo conhecimento com os conhecimentos prévios do aprendiz e c) a atitude explícita em aprender, na possibilidade de conectar o conhecimento já existente com aqueles que irá aprender, com a possibilidade de absorver tais conteúdos.

Já Moreira (2012; 2013) destaca duas condições para que a aprendizagem seja significativa: a) o material de aprendizagem deverá ser potencialmente significativo. Contudo, deixa claro que, o material deverá ser apenas potencialmente significativo, e não significativo, pois o significado está nas pessoas e não no material. Sendo então, a segunda condição para que haja aprendizagem: b) o aprendiz apresentar uma predisposição em aprender, e ressalta que talvez tal condição seja mais difícil. Entretanto, o esforço do

aprendente em relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal a seus conhecimentos prévios são essenciais condições para a aprendizagem.

Para Lemos (2011), os conhecimentos preexistentes de cada indivíduo devem ser essencialmente importantes, já que, a partir deles, podem surgir informações que devem dar significado a outras e, ao serem interligadas aos conhecimentos teóricos, podem dar sentido ao aprendente.

[...] a aprendizagem significativa de um determinado *corpus* de conhecimento corresponde à construção mental de significados por que implica uma ação pessoal – e intencional – de relacionar a nova informação percebida com os significados já existentes na estrutura cognitiva. Quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do indivíduo, maior a sua possibilidade de perceber novas informações, realizar novas aprendizagens e de agir com autonomia na sua realidade (LEMOS, 2011, p. 27).

Para Fernandes (2011), um dos objetivos da aprendizagem significativa de Ausubel é ampliar e reconfigurar ideias que podem existir, ou já existem na estrutura mental. Com isso, é possível relacionar com novos conteúdos. Ou seja, para Ausubel, todo indivíduo pode possuir uma concepção ou um conceito preexistente sobre determinados conteúdos. Tais concepções devem ser levadas em consideração como um fator primordial para o processo de apreensão de novas informações.

Guimarães (2009) diz que a aprendizagem significativa deve ser utilizada de maneira simples, todavia, sistematizada, visto que uma das principais características deste tipo de teoria deve ser a avaliação prévia do que o aluno já sabe para, então, iniciar a atividade de ensino a partir de seus conhecimentos prévios. Portanto, a aprendizagem se tornará mais estimuladora, visto que o aluno diante deste processo irá estruturar seus conhecimentos mediante o auxílio do docente, construindo assim, pontes cognitivas para aprendizagem significativa.

Ausubel (2003) ao destacar as ideias prévias do aprendente, ou algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do aluno, denomina-os de subsunçor ou ideia-âncora que podem ser estabelecidos como um conhecimento que pode dar significado a novos conhecimentos que lhe são apresentados, ou por ele descobertos. Tais ideias podem ser caracterizadas por um símbolo significativo, um conceito, uma preposição, um modelo mental, uma imagem.

Um subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes (MOREIRA, 2013).

Portanto, a aprendizagem significativa pode ser caracterizada pela interação dos conhecimentos prévios com a aquisição dos novos conhecimentos. Assim, os conhecimentos existentes que serão relacionados com os novos podem dar sentido durante o processo de aprendizagem, gerando assim, estabilidade cognitiva. Ou seja, durante o processo de formação discente o uso dos conhecimentos prévios do aprendente torna-se essencial, como exemplifica Pelizzari et al. (2002), de maneira sucinta:

Um aprendente que tenha conhecimentos prévios sobre a estrutura de um mamífero terrestre usará esses atributos, quando se deparar com novas informações sobre mamíferos aquáticos. Esses conhecimentos (sangue quente, respiração através do oxigênio gasoso, gestação interna, etc.) auxiliarão a entender o comportamento dos mamíferos aquáticos e servirão como âncora na aquisição de um novo conhecimento (PELIZZARI, 2002 p. 56).

Para Tavares (2018) o docente, ao utilizar a aprendizagem significativa durante a execução de uma atividade, não estará no total controle dos conhecimentos trazidos pelos alunos. Sendo assim, pode ocorrer que os discentes não tenham conhecimentos prévios a respeito de determinados conteúdos. Diante disso, é possível também realizar a implementação de ações como os organizadores prévios que oportunizam ao aprendente ativar os subsunçores, ou seja, os conhecimentos prévios necessários para a compreensão das informações que virão posteriormente.

Os organizadores prévios são instrumentos como textos, ilustrações, filmes, músicas, mapas conceituais, entre outros que antecipam o tema em maior nível de abrangência do que será exposto posteriormente. Portanto, serão utilizados como mediadores entre os novos conhecimentos e ativação dos subsunçores em desuso na estrutura cognitiva do estudante ou, ainda, assumir o papel deste quando estiverem ausentes ou insuficientes para ancorar os novos conhecimentos (TAVARES, 2018 p. 56).

Lemos (2011) aborda em seu trabalho a aprendizagem mecânica, que pode ser entendida basicamente como um novo conhecimento transmitido ou um corpo de informações sem saber o nível de conhecimento dos alunos previamente. Tal conteúdo será ensinado de maneira literal. Sendo assim, quando for necessária a transmissão de tal conhecimento, o indivíduo irá transmitir exatamente como lhe foi dito, e se houver a necessidade de aplicação desse mesmo conhecimento na solução de problemas em outros contextos, possivelmente, o aluno não saberá solucionar, visto que sua aprendizagem foi mecânica.

Pelizzari et al. (2002), ao mencionar a aprendizagem mecânica, intitula a mesma como memorística, visto que sua absorção sempre será de maneira literal e com os possíveis objetivos de memorização, e salienta que o esforço necessário para se trabalhar esse tipo de atividade é bem menor, visto que não haverá necessidade de articulação entre os tópicos de determinados conteúdos. Para eles, apesar de ser fácil de trabalhar, esse tipo de aprendizagem pode não gerar bons resultados, sendo caracterizada como uma aprendizagem de médio e longo prazo.

Mayer (2002) e Neto (2013) ressaltam a importância de se evitar a aprendizagem mecânica, pois pode não surtir os mesmos resultados da aprendizagem significativa, e salienta que ao iniciar o processo de aprendizagem por meios de conceitos inclusivos, ou seja, que tornem os alunos agentes atuantes durante as aulas é uma maneira que pode ser explorada e dar início aos conteúdos seguindo assim, uma sequência didática para gerar interação entre os atores em sala de aula.

Durante o curso da aprendizagem significativa, o discente passa por dois processos importantes. Tais processos contribuem para estruturar e organizar novas ideias e/ou subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aluno. Esses processos são conhecidos como diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

A diferenciação progressiva é caracterizada pela atribuição de novos significados que são dados a um subsunçor que lhe é apresentado. Neste sentido, o estudante se baseará em seus conhecimentos prévios de maneira a ir estruturando o subsunçor apresentado, dando novos significados ou modificando-os na possibilidade de ativar novas memórias (AUSUBEL, 2003).

O processo de diferenciação progressiva propõe ao estudante que se baseia em seus conhecimentos prévios de maneira mais geral na possibilidade de chegar a novos significados e mais específicos, ou seja, uma ideia que é assimilada na estrutura cognitiva do aluno irá ganhar novos significados de maneira com que sua aprendizagem possa ir se estruturando e reorganizando cognitivamente (MOREIRA, 2012; 2013).

Na reconciliação integradora, ou integrativa, podemos considerar que suas principais características consistem na eliminação das diferenças aparentes, e resolução de inconsistências entre conceitos na possibilidade de integrar os significados e realizar superordenações (MOREIRA, 2012). A reconciliação integradora torna-se importante, pois durante a diferenciação progressiva muitos conceitos podem ser levantados pelo aluno.

Porém, tais conceitos podem não estar ordenados/organizados, não esclarecendo as ideias e podendo gerar conflitos. A reconciliação integradora pode reorganizar tais ideias, viabilizando ganhos significativos na aprendizagem.

Partindo deste princípio, é importante que durante a abordagem dos conteúdos de microbiologia dentro e fora da sala de aula haja sempre uma conexão com a realidade dos estudantes, podendo ser feita por meios de exemplos inclusivos com base num bom planejamento de aula, na possibilidade de proporcionar a aprendizagem significativa (BEZERRA, 2016).

A aprendizagem significativa contribui para o processo de formação discente em microbiologia, na medida em que o professor compreende que os conteúdos desta área devem partir dos contextos vivenciados pelos estudantes. Como por exemplo, mostrando a relação da microbiologia com as questões relacionadas à higiene pessoal, alimentação, sobre as doenças que os acometem comumente, e outras questões do seu cotidiano. Partindo deste pressuposto, será possível correlacionar conteúdos teóricos com seu dia-a-dia, e fará sentido na medida em que eles entenderem que tais conteúdos estão inseridos em sua vivência trivial (SOUZA, 2014; BEZERRA, 2016).

Tavares (2018) e Souza e Boruchovitch (2010) indicam que certos instrumentos como textos, ilustrações, mapas conceituais, entre outros, podem potencializar a aprendizagem. Todavia, Moreira (2012) salienta que o professor ao ensinar deve ter a atenção de não utilizar o sim ou não para certos enfoques dados pelos alunos, pois isso poderá induzir à aprendizagem mecânica. Qualquer estratégia que busque apenas a memorização, ou cópia, estimulará a aprendizagem mecânica. Partindo deste princípio, ensinar a microbiologia de maneira apenas conceitual fará com que os alunos se prendam apenas nos conceitos e teorias, mesmo que estas não façam sentido para sua vivência.

A partir disto, percebemos que uma das maneiras de ensinar microbiologia por meio da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, parte do princípio de que seu planejamento não pode ser “fechado”, havendo sempre a possibilidade de mudanças, visto que as concepções dos alunos deverão ser levadas em consideração durante as aulas, de tal forma que poderá encaminhar a aula para vários enfoques distintos do que foi planejado. Daí a importância de um planejamento antecipado, na perspectiva de prever os possíveis desdobramentos e saber lidar com essas mudanças que podem ocorrer.

2.1 Mapas conceituais como facilitadores da aprendizagem significativa

A construção de mapas conceituais (MCs), proposta por Novak (1998), os considera como instrumentos de organização hierárquica dos conhecimentos, de maneira a possibilitar a apresentação de conceitos possivelmente aprendidos, facilitando a sistematização da aprendizagem pelo indivíduo, de acordo com os pressupostos da aprendizagem significativa, mas não podem ser confundidos com os mapas mentais que, diferentemente dos conceituais (MOREIRA, 2006), são livres de associações de palavras, imagens, cores, números, enfim, o que estiver na mente do sujeito que está elaborando o mapa a partir do seu estímulo inicial.

Para Marques (2008), os mapas mentais se diferem dos conceituais, pois permitem uma maior explanação dos conceitos de um determinado conteúdo, podendo conter mais detalhes que facilitem a compreensão. Todavia, mesmo não contendo todos os detalhes, a maior parte das informações contidas nele é somente como uma parte para lembrar-se de um todo.

Um mapa mental permite visualizar todas as informações relevantes para um assunto no mesmo campo visual. Assim, quando se passa para outra seção ou "ramo" do assunto em causa - o que pode ser feito rapidamente - as informações anteriores ainda estão presentes na memória, facilitando a compreensão. Mesmo que o mapa mental não contenha todos os detalhes, a maior parte das vezes só é necessária uma pista para lembrar o todo, assim como os primeiros acordes são suficientes para reconhecer uma música (MARQUES, 2008, 33).

Ainda sobre os MCs, Moreira (2012) descreve que eles podem ser considerados como diagramas que indicam relações entre determinados conceitos, ou entre palavras que podem representar um conteúdo específico de forma sistemática. Todavia, não podem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois os mesmos implicam uma sequência, temporalidade ou hierarquia organizacional ou conceitual, não sendo esta a finalidade desses instrumentos, quando são utilizados no ensino, pois para o autor os MCs não buscam classificar conceitos, mas sim, fazem a relação entre eles e hierarquiza-los.

Moreira (2010) explica que os MCs podem ser considerados como uma técnica bem estabelecida e que tem como pressuposto representar de maneira gráfica os conhecimentos e informações, sendo utilizados principalmente no campo educacional como meio de identificar os conhecimentos prévios dos alunos na perspectiva de acompanhar a mudança conceitual dos discentes ao longo da instrução.

Araújo, De Menezes e Cury (2003) salientam que os MCs não podem ser a representação completa dos conceitos relevantes que os estudantes conhecem. Porém, os mesmos são capazes de afirmar uma aproximação relevante com o qual se pode trabalhar uma avaliação. Neste sentido, Moreira (2012, p. 2) descreve:

Mapas conceituais podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Mas este é apenas um modelo, mapas conceituais não precisam necessariamente ter este tipo de hierarquia. Por outro lado, sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não obrigatoriamente.

Tavares (2007) resalta que quando o aprendiz faz o uso dos MCs durante o processo de aprendizagem, naquele momento vai ficando claro para si as dificuldades de entendimento daquele conteúdo. Isso possibilitará ao aprendiz realizar uma autoavaliação a respeito do que ainda deve aprender, tendo em vista a busca por meios que possam subsidiar o ganho desta aprendizagem, buscando assim meios para sanar suas dúvidas (livros, pesquisas etc.).

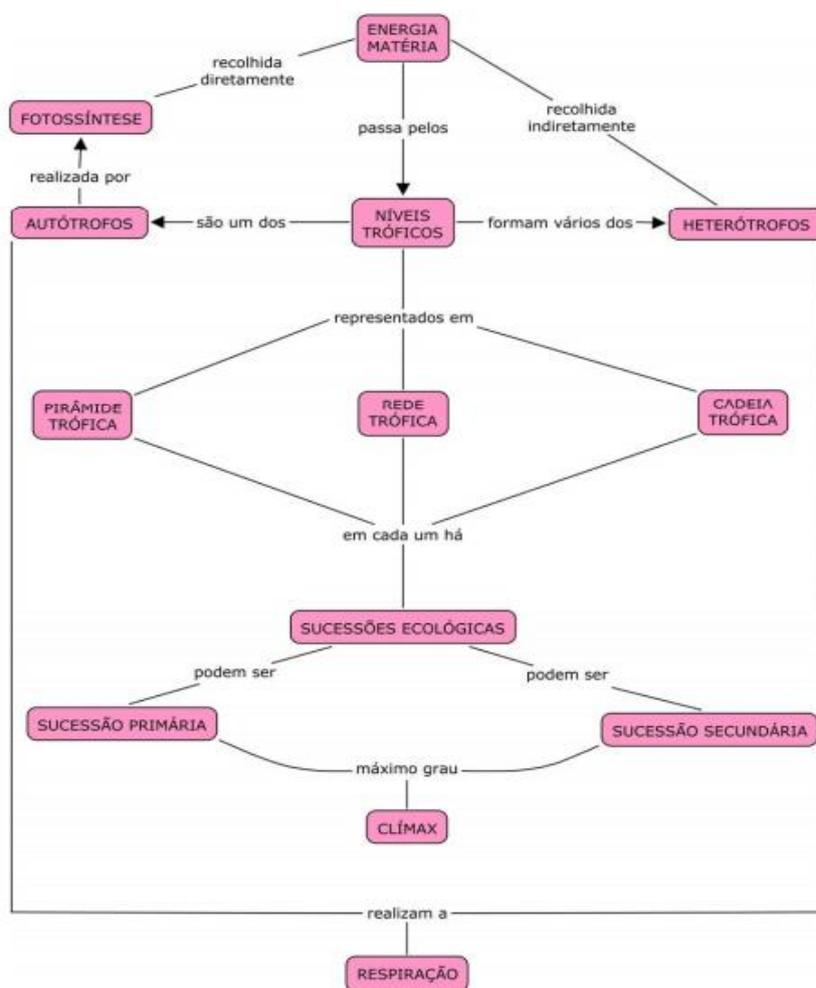
Souza e Boruchovitch (2010) e Correia, Silva e Junior (2010) apontam os MCs como apenas um meio para alcançar um objetivo, e que eles podem se configurar como uma estratégia de ensino e aprendizagem, e que também podem ser considerados como uma ferramenta avaliativa, entre alternativas multifacetadas de seu uso. Já Moreira (2012), descreve que os MCs podem ser utilizados em diversos campos, como forma de facilitação da compreensão dos conteúdos, salientando que pode ser considerada uma técnica flexível.

A figura 2 mostra um exemplo de mapa conceitual para o núcleo de ciências do 1º ano, elaborado pelos professores Hugo Fernandes, Marta Ramirez e Ana Schnersch em uma oficina pedagógica sobre MCs (MOREIRA, 2012).

Observamos na figura 2, que os MCs podem ser usados para organizar ou relacionar significativamente conceitos ou proposições ensinadas em uma única aula, ou em uma unidade de estudo, ou de um curso inteiro.

A representação acima mostra um MC do conteúdo de ecologia, mais especificamente estudando a dinâmica dos ecossistemas, onde as formas (retangulares) podem designar um conceito básico ou ideias a respeito do conteúdo estudado, as setas tem como função mostrar a relação entre tais conceitos, e os textos são capazes de identificar e descrever a relação entre os conceitos.

Figura 2. Mapa conceitual elaborado por um grupo de estudantes sobre dinâmica dos ecossistemas. (Cedido por M^o Luz Rodrigues Palmero, I. B. Dr. Antônio Gozáles, Tejina, La Laguna, Sta. Cruz de Tenerife).



Fonte: Moreira (2012).

Neste sentido, é possível entender que tal ferramenta auxilia de maneira progressiva a aprendizagem dos estudantes, e a partir deles é possível realizar a verificação da aprendizagem de forma individual ou coletiva. Novak e Cañas (2010) relatam:

Acreditamos que uma das razões pelas quais os usos de mapas conceituais é tão eficaz para a facilitação do aprendizado significativo é porque ele serve como uma espécie de molde ou suporte para ajudar a organizar e estruturar o conhecimento, ainda que a estrutura precise ser construída peça por peça com pequenas unidades de quadros conceituais e proposicionais interagentes. Vários alunos e professores surpreendem-se ao verem como essa ferramenta simples facilita a aprendizagem significativa e a criação de quadros de conhecimento poderosos, que não só permitem que o conhecimento seja utilizado em novos contextos, mas também a retenção dele por longos períodos de tempo (NOVAK; CAÑAS, 2010, p.13).

Para a elaboração dos MCs, De Aguiar e Correia (2013) definem quatro parâmetros de referência que ajudam na sua construção:

I) *Proposições*: podem ser consideradas como uma das características marcantes dos MCs, pois são dois conceitos unidos por um termo/frase de ligação que pode expressar claramente a relação entre os conceitos propostos;

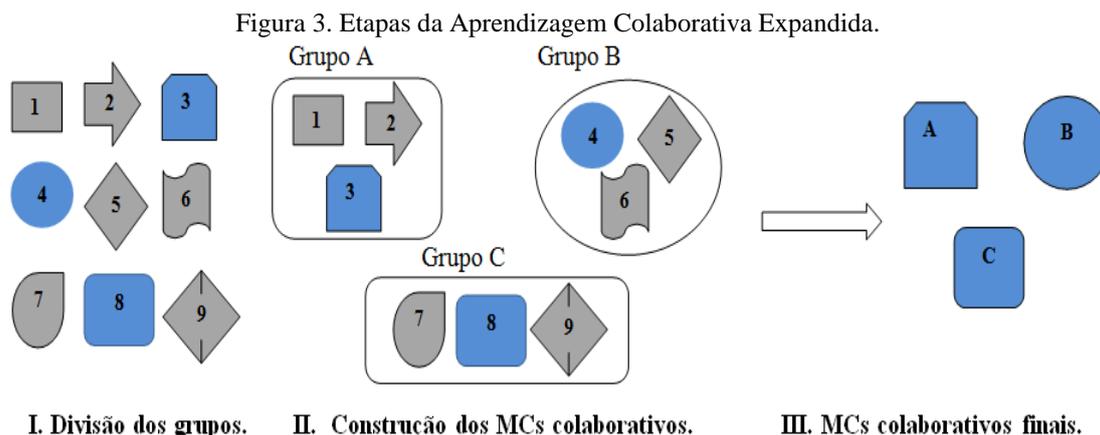
II) *Pergunta focal*: tem como função direcionar a construção da rede de proposições e do MC como um todo, e deve ser seguida durante toda a elaboração do mapa;

III) *Organização Hierárquica*: tem como finalidade estruturar o conhecimento de maneira organizada por meio de conceitos mais inclusivos (generalistas), que geralmente ficam no topo do mapa, aos mais específicos, que ficam na parte inferior. Neste sentido, durante a sua elaboração, o mapa vai apresentando níveis cada vez mais detalhados de conceitos e abrangência do conteúdo proposto na pergunta focal;

IV) *Revisões Contínuas*: possibilitam ao mapeador reler as proposições e conceitos expostos no mapa e realizar uma reflexão sobre a clareza em que sua construção se encontra e, se necessário iniciar o processo novamente. Salientamos que esta etapa é essencial para que o mapa seja compreendido pelo leitor e/ou avaliador do mapa e, normalmente, é a etapa final da elaboração.

Outra proposta citada por De Aguiar e Correia (2013), é a aplicação dos MCs em grupo, ou de modo colaborativo (figura 3), que consiste em uma forma de aprendizagem colaborativa expandida (ACE), que possui duas características marcantes, que são a redução da assimetria entre o professor e o aluno, e a possibilidade da interação aluno-aluno, considerando a colaboração dos sujeitos que estão em zona de desenvolvimento proximal (FINO, 2001).

Na elaboração dos mapas conceituais colaborativos (MCCs) podemos considerar duas etapas importantes: a) o professor identificar os alunos com maior domínio de conteúdo (figuras azuis) e que entenderam bem a proposta dos MCs, ou seja, em nível estrutural. Isso pode ser verificado através de uma avaliação prévia a ser planejada antecipadamente pelo docente. b) O professor deverá distribuir esses alunos em grupos diferentes para auxiliar os demais (figuras cinza) na elaboração dos MCCs.



As figuras em azul representam os alunos com maior domínio de conteúdo. Já as figuras em cinza, representam os demais alunos.

Fonte: Adaptado de De Aguiar e Correia (2013).

Neste sentido, observamos que muitas características são encontradas na estrutura dos MCs, o que leva cada indivíduo a construir MCs distintos em nível estrutural (MOREIRA, 2010). Surgindo assim a necessidade de entender, como pode ser realizada a avaliação de tal instrumento.

Autores como Cañas et al. (2006), mostram que a partir da necessidade de entender como os MCs poderiam ser avaliados, resolveram desenvolver a Taxonomia Topológica que consiste na avaliação dos MCs em nível topológico, ou seja, estrutural. Esse método não leva em consideração o significado de conceitos e proposições de maneira semântica, não julgando se há afirmativas certas ou erradas, mas se presta a verificar os aspectos elementares da construção do MC como, por exemplo, número de palavras utilizados nas proposições/conceitos, ausência ou presença de ligações cruzadas, ramificações existentes no MC, e os níveis hierárquicos.

A taxonomia proposta define 7 níveis para os MCs (0 a 6), nos quais são avaliados cinco critérios específicos, como:

a) a utilização de conceitos em vez de parte do texto, pois acredita-se que a presença de textos é uma indicativa de estruturas memoriais de conhecimento, sendo o uso dos conceitos uma forma significativa de decompor o texto para construção de ideias complexas e sofisticadas;

b) o estabelecimento das relações entre os conceitos, que para fins da taxonomia preocupa-se apenas com a questão estrutural, dando ênfase à presença ou não de palavras vinculadas;

c) o grau de ramificação, que está associada com o número de ramificações existentes no mapa que, segundo Cañas et al. (2006) e Moreira (2010), as ramificações ocorrem quando um nó, um conceito ou uma frase de conexão deixa duas ou mais linhas de conexão;

d) a profundidade hierárquica, que se baseia no número de palavras de ligação entre o conceito raiz e o conceito mais distante do conceito raiz;

e) a presença de ligações cruzadas, que nada mais é do que uma proposição entre conceitos, que geralmente é localizada em vários pontos do MC, formando um circuito fechado.

No quadro 1, podemos verificar os 7 níveis da Taxonomia Topológica e as características em cada nível.

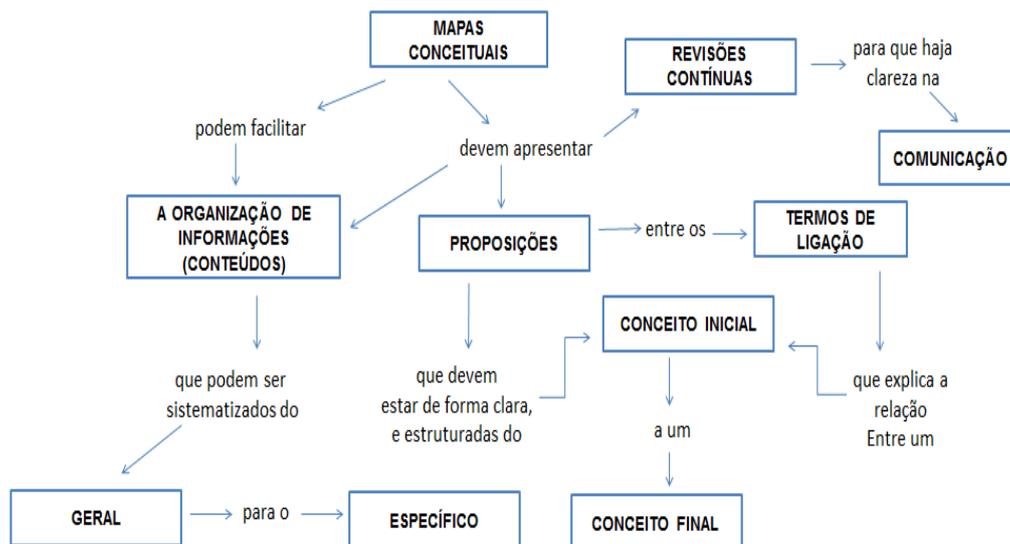
Quadro 1. Taxonomia topológica.

TAXONOMIA TOPOLÓGICA	
Nível 0	Nível 4
a) Explicações longas de conceitos predominam b) Sem termos de ligação c) Linear (0-1 pontos de ramificação)	a) Sem explicações longas b) Não faltam termos de ligação c) Ramificação alta (5-6 pontos de ramificação) d) 3 ou mais níveis hierárquicos
Nível 1	Nível 5
a) Conceitos predominam sobre explicações longas b) Faltam metade ou mais dos termos de ligação c) Linear (0-1 pontos de ramificação)	a) Sem explicações longas b) Não faltam termos de ligação c) Ramificação alta (5-6 pontos de ramificação) d) 3 ou mais níveis hierárquicos e) 1-2 ligações cruzadas
Nível 2	Nível 6
a) Conceitos predominam sobre explicações longas b) Faltam menos da metade dos termos de ligação c) Baixa ramificação (2 pontos de ramificação)	a) Sem explicações longas b) Não faltam termos de ligação c) Ramificação muito alta (7 ou mais pontos de ramificação) d) 3 ou mais níveis hierárquicos e) Mais de 2 ligações cruzadas
Nível 3	
a) Sem explicações longas b) Não faltam palavras de ligação c) Ramificação média (3-4 pontos de ramificação) d) Menos de 3 níveis hierárquicos	

Fonte: Adaptado de Cañas et al. (2006).

Portanto, podemos considerar os MCs como instrumentos de avaliação de aprendizagem, pois permitem a verificação visual da organização conceitual estabelecida pelo aprendiz. Mesmo não sendo uma técnica tradicional para avaliar os alunos, os MCs são formas qualitativas e formativas de aprendizagem, sendo uma excelente técnica a ser usada no campo educacional. Para fechar este capítulo, apresentamos um mapa conceitual (figura 4) sistematizado a partir da pergunta focal: Qual a função do MC e sua estrutura básica?

Figura 4. Mapa conceitual com a pergunta focal: Qual a função do mapa conceitual e sua estrutura básica?



Fonte: Autor.

2.2 Planejando uma aula segundo os pressupostos da aprendizagem significativa

Um dos processos mais importantes durante a execução de uma boa aula, sem dúvidas é o seu planejamento, pois por meio dele será norteado todo o percurso do processo formativo dos estudantes. Na aprendizagem significativa, muitos aspectos são relevantes e precisam ser levados em consideração ao se planejar uma atividade. Sendo assim, Kiefer e Pilatti (2014), definem 6 etapas específicas para elaboração de um roteiro de aula significativa:

- I. Definição do conteúdo da aula;
- II. Determinação dos aspectos mais relevantes do conteúdo que será abordado, bem como a elaboração dos organizadores prévios;
- III. Sequência do conteúdo curricular;
- IV. Avaliação da aprendizagem;
- V. Estratégias e recursos instrucionais e
- VI. Montagem do plano de aula.

A *definição do conteúdo de uma aula*, primeira etapa evidenciada no roteiro, é realizada com base na ementa e/ou programa institucional da disciplina em que a aula será executada, neste caso, biologia.

Após a definição do conteúdo da aula, a segunda etapa constitui na *determinação dos aspectos mais relevantes do conteúdo a ser trabalhado e dos organizadores prévios*. Nesta etapa são prioritariamente escolhidos os aspectos mais inclusivos do conteúdo que será abordado, tendo em vista uma melhor assimilação pelos alunos, ou seja, escolher o conteúdo

que irá ser trabalhado com conceitos mais abrangentes. Também podem ser escolhidos neste momento os organizadores prévios, com o objetivo de ancorar as ideias.

Os aspectos mais inclusivos podem ser definidos em termos gerais como conceitos ou proposições que podem ser compreendidas ou reconhecidas pelo aprendente com mais facilidade, possibilitando a aprendizagem por meio de aspectos mais gerais, até suas especificidades (NOVAK, 2010; MOREIRA, 2012; AUSUBEL, 2003).

Na terceira etapa, encontramos a *sequenciação do conteúdo curricular*, que segundo Kiefer e Pilatti (2014), após o professor ter relacionado os aspectos mais relevantes do conteúdo a ser estudado, bem como os organizadores prévios, deve organizar uma sequência sistemática, a fim de que os mesmos sirvam como parte introdutória da aula, partindo da amplitude do conteúdo, através da diferenciação progressiva. É importante que nesta etapa sejam explicitadas as relações entre os diversos conceitos que podem surgir durante a aula a fim de facilitar a reconciliação integrativa.

A quarta etapa, *avaliação da aprendizagem*, tem como característica verificar a retenção/aprendizagem dos alunos, tendo em vista o conteúdo que foi sendo trabalhado. Ressaltamos que o não estabelecimento das ideias mais inclusivas (MOREIRA, 2012), principalmente na terceira etapa, pode, na sequência, impedir a aprendizagem significativa.

Durante a definição da *estratégia e dos recursos instrucionais*, quinta etapa do roteiro, devem ser definidos os recursos para a promoção da aprendizagem significativa. Os autores Kiefer e Pilatti (2014), definem tais materiais instrucionais como sendo guia de estudo e aulas expositivas, por exemplo. Salientam que estes materiais devem estar de acordo com os pressupostos da aprendizagem significativa e que muitos materiais já prontos não atendem seus requisitos. Deste modo, é importante que tais recursos estejam pautados em dois princípios essenciais: a diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

Neste sentido, Moreira (2012; 2013) notabiliza que uma das condições essenciais para que haja a aprendizagem significativa, é que o material a ser utilizado durante o processo de ensino seja potencialmente significativo, ou seja, materiais que obedeçam a uma lógica, com objetivo claro e organizado, e que devem estar relacionados com a estrutura cognitiva do aprendiz, o qual deverá ter conhecimentos prévios necessários para relacionar tal material de forma não-arbitrária e não-literal.

Com isso, chegaremos à última etapa do planejamento, a *preparação do plano de aula*. Nesta etapa, tendo o professor definido os conteúdos que serão abordados, deverá

estabelecer também, os objetivos e os procedimentos (introdução, desenvolvimento, e fechamento), as atividades, avaliação, e os recursos já estabelecidos nas etapas anteriores.

Observamos no quadro 2, o roteiro para elaboração de uma aula, com as principais atividades que devem ser consideradas para tal.

Quadro 2. Etapas para elaboração de uma aula segundo os pressupostos da aprendizagem significativa e suas respectivas atividades.

ETAPA	ATIVIDADE
Definição do conteúdo da aula.	<ul style="list-style-type: none"> - Selecionar na ementa e/ou no programa do curso ministrado o conteúdo da aula; - Identificar no currículo ou em pré-testes a existência dos pré-requisitos necessários; - Definir os resultados de aprendizagem que se pretende alcançar, vinculados aos conceitos mais inclusivos; - Selecionar os conceitos mais específicos relacionados com os conceitos mais inclusivos.
Determinação dos aspectos mais relevantes do conteúdo e dos organizadores prévios.	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar os aspectos mais relevantes do conteúdo a ser trabalhado; - Identificar os organizadores prévios.
Sequenciação do conteúdo curricular.	<ul style="list-style-type: none"> - Sequenciar os organizadores prévios para a parte introdutória da aula; - Sequenciar os aspectos relevantes do conteúdo de forma decrescente em sua amplitude; - Explicitar eventuais relações entre os diversos conceitos que serão trabalhados.
Avaliação da aprendizagem.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar a retenção/aprendizagem dos alunos, considerando os diversos conteúdos trabalhados.
Estratégias e recursos instrucionais.	<ul style="list-style-type: none"> - Definir as estratégias e os recursos instrucionais utilizados para que ocorra uma aprendizagem significativa.
Montagem do plano de aula.	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar o plano de aula.

Fonte: Kiefer; Pilatti (2014, p. 12).

3 METODOLOGIA

3.1 Identificação do local e dos sujeitos da pesquisa

A proposta didática foi aplicada no mês de novembro de 2019, na cidade de Manaus, no Estado do Amazonas, na Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima, localizada no Bairro do Armando Mendes na Zona Leste. A escola pertence à Secretaria de Educação do Estado do Amazonas (SEDUC-AM), e possui em sua estrutura física, 12 salas de aula, um refeitório, uma cozinha, dois depósitos, uma quadra poliesportiva, uma sala de mídia, uma secretária, um auditório, uma biblioteca e duas salas de apoio pedagógico, uma sala de professores, e um laboratório de ciências. A instituição oferta somente os anos finais da educação básica, o ensino médio, e no ano de 2019, possuiu um total de 614 alunos matriculados, divididos em dois turnos: integral e noturno, sendo 290 alunos matriculados no ensino integral e 324 alunos no turno noturno.

Os sujeitos da presente investigação foram 30 alunos, distribuídos em duas turmas do 3º ano do ensino médio de tempo integral. A escolha dos sujeitos se deu a partir da ementa fornecida pela SEDUC-AM, que inclui os conteúdos de microbiologia nesta série, como parte integrante da unidade sobre classificação dos seres vivos (SEDUC, 2016).

Como maneira de nortear esta pesquisa, foram definidas algumas questões sobre o ensino de microbiologia:

- a) Como uma sequência didática sobre o ensino de microbiologia contextualizada na Amazônia pode contribuir para a aprendizagem dos alunos?
- b) De que maneira é realizada a abordagem dos conteúdos de microbiologia nos livros didáticos do ensino médio em relação aos microrganismos e à microbiologia na Amazônia?
- c) Como as produções científicas sobre os microrganismos amazônicos podem ser utilizadas como tópicos para o ensino em nível médio?
- d) De que maneira as aulas experimentais podem auxiliar os discentes no processo de aprendizagem dos conteúdos de microbiologia.

3.2 Abordagem e itinerário da pesquisa

O crescente interesse pelas investigações no campo educacional tem se tornado constante dada a possibilidade de melhoria nos processos de ensino (SANDIN-ESTEBAN, 2010). Com isso, surge a importância de pesquisas que possam trazer de maneira expressiva resultados autênticos da vivência na área educacional.

A presente investigação foi norteadada pela pesquisa qualitativa, que segundo Bauer e Gaskell (2017) pode ser caracterizada em quatro dimensões importantes sendo a) o delineamento da pesquisa; que define a abrangência de seus objetivos, pois isso auxiliará o investigador a delimitar a sua pesquisa; b) o método de coleta de dados, que possibilita a escolha dos instrumentos para investigação, e como os mesmos devem ser utilizados durante o processo da pesquisa c) o tratamento analítico, que tem como pressuposto a organização e o tratamento dos resultados de maneira sistemática; e d) a construção do consenso, que tem como objetivo levantar os resultados e as considerações que serão evidenciadas durante a pesquisa.

No quadro 3, apresentamos os detalhes do itinerário da pesquisa, cujas etapas foram divididas em: planejamento, aplicação da sequência didática e verificação da aprendizagem, tratamento analítico dos resultados. Considerando a elaboração de um produto educacional como um dos resultados esperados desta pesquisa, o mesmo foi inserido no quadro 3 como etapa final do itinerário. Também constam os procedimentos e instrumentos que foram utilizados para alcançarmos os objetivos propostos durante as etapas.

3.3 Análise dos livros didáticos de biologia fornecidos pelo PNLD

Considerando que uma das etapas da investigação buscava verificar de que maneira o ensino de microbiologia tem sido abordado durante os anos finais da educação básica, bem como, se são encontrados conteúdos relacionados ao bioma Amazônia no que tange à microbiologia, fez-se necessário analisar os livros didáticos de biologia utilizados nas instituições. Os critérios utilizados para a seleção dos livros didáticos foram:

- a) Livros que foram fornecidos pelo PNLD no ano de 2017, que seriam utilizados num ciclo de 3 anos seguidos nas escolas;
- b) Livros que incluem os conteúdos de microbiologia, bem como classificação dos seres vivos e seus reinos;
- c) Livros que foram selecionados para o uso na instituição onde a pesquisa foi executada.

Quadro 3. Itinerário da pesquisa.

Etapas	Objetivo	Procedimentos e instrumentos
Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar o perfil dos sujeitos da pesquisa, bem como conhecer a estrutura física da instituição onde a pesquisa seria realizada. ✓ Realizar um levantamento dos conteúdos de microbiologia nos livros didáticos fornecidos pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) para identificar se havia informações sobre microrganismos da Amazônia. ✓ Selecionar publicações científicas sobre os microrganismos da Amazônia. ✓ Planejar as aulas da sequência didática para aplicação da pesquisa. 	<p>A coleta de dados para descrição dos sujeitos da pesquisa, bem como da estrutura da instituição foi realizada por meio de observações e registro no diário de campo e coleta das informações junto à gestão escolar.</p> <p>Foram avaliados os livros didáticos utilizados na instituição onde a pesquisa foi executada, criando critérios para a análise.</p> <p>Busca de publicações científicas disponíveis na <i>web</i> (Google Acadêmico, <i>SciELO</i>, periódicos da CAPES, outros) utilizando critérios de busca pré-definidos.</p> <p>As aulas foram preparadas com base nas 6 etapas propostas segundo os pressupostos da aprendizagem significativa de acordo com Kieffer e Pilatti (2014).</p>
Aplicação da sequência didática e verificação da aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentar as técnicas para elaborar Mapas Conceituais (MC). ✓ Verificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito das questões básicas sobre células. ✓ Explicar sobre a diversidade microbiana na Amazônia. ✓ Avaliar as contribuições das aulas práticas para aquisição de conhecimentos sobre os conteúdos de microbiologia. ✓ Verificar a aprendizagem final dos sujeitos da pesquisa. 	<p>Foi elaborada uma oficina sobre as técnicas para construção de MCs; Exercícios práticos com MCs individuais e colaborativos.</p> <p>Construção de um mapa conceitual individual com a pergunta focal: Quais as diferenças que podemos encontrar entre as células procarióticas e eucarióticas?</p> <p>Por meio das aulas dialogadas sobre: a) Bactérias e sua diversidade na Amazônia; b) Fungos e sua diversidade na Amazônia.</p> <p>Realização de uma aula prática experimental no laboratório, sobre ubiquidade microbiana.</p> <p>Elaboração de mapa conceitual em grupo (colaborativo), contendo informações sobre a) fungos b) bactérias c) microbiologia na Amazônia d) prática experimental.</p>
Tratamento analítico dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avaliar os mapas conceituais iniciais e finais (colaborativos) construídos durante as atividades. 	<p>Foram analisados por meio de uma combinação da Taxonomia Topológica de Cañas et al. (2006), e de Rubricas Analíticas contendo critérios de análise (MENDONÇA; COELHO 2018).</p>
Produto Educacional	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaboração do material didático-pedagógico que servirá como guia para a realização de aulas experimentais de microbiologia para o Ensino Médio. 	<p>O guia contém conteúdos e práticas sobre microrganismos, bem como, exemplos de oficinas de construção de mapas conceituais e de avaliação, que servirão como subsídio para o docente em suas atividades relacionadas à microbiologia.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Seleção de publicações sobre microrganismos amazônicos

Um dos interesses desta pesquisa foi selecionar e organizar as publicações disponíveis na *web* relacionadas à microbiologia com enfoque na região amazônica para serem utilizadas como tópicos ao ensinar microbiologia no ensino médio. Neste sentido, estabelecemos alguns critérios para a seleção:

- a) Pesquisas realizadas com amostras coletadas na Amazônia;
- b) Publicações em língua portuguesa;
- c) Publicações que podem ser facilmente acessadas em plataformas, repositórios ou bibliotecas digitais gratuitas;
- d) Publicações que foram geradas com a busca restrita ao período dos últimos 10 anos, utilizando as palavras-chave: *microbiologia na Amazônia, microrganismos amazônicos, fungos amazônicos ou bactérias amazônicas*. Dependendo da plataforma de busca, os resultados poderiam ser refinados com uso de aspas, bem como com o refinamento que cada site de busca e/ou plataforma proporcionava.

3.5 Proposta de sequência didática e aplicação da pesquisa

Para a elaboração do plano de aula da oficina sobre MCs, e das aulas de microbiologia na Amazônia, seguimos o roteiro de uma aula significativa proposta por Kiefer e Pilatti (2014), que definem 6 etapas específicas. Encontrar a descrição dessas etapas no capítulo 2, especificamente na sessão 2.2.

Portanto, foram elaborados os planos das aulas descritas abaixo:

- I. Oficina sobre MCs e verificação dos pré-requisitos (APÊNDICE A);
- II. Aula dialogada sobre o Reino Monera e sua diversidade na Amazônia (APÊNDICE B);
- III. Aula dialogada sobre o Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia (APÊNDICE C);
- IV. Aula prática laboratorial sobre ubiquidade microbiana (APÊNDICE D);
- V. Avaliação da aprendizagem: elaboração dos MCCs (APÊNDICE E);
- VI. Socialização da aprendizagem.

3.6 Análise das avaliações e da aprendizagem

Durante a realização da pesquisa, constituímos o processo de avaliação em duas etapas distintas, i) avaliação diagnóstica, que teve como perspectiva levantar os pré-requisitos. Tal avaliação foi realizada por meio da elaboração dos MCs individuais na aula I, como atividade prática da oficina sobre MCs, e ii) MCC, realizado na aula V. Todos os

mapas foram avaliados de forma qualitativa, para compreender o grau de desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes quanto às questões relacionadas à:

- a) Reconciliação integrativa: por meio da recombinação de elementos existentes dentro do mapa conceitual que demonstrassem uma organização hierárquica dos conceitos/preposições com uma relação significativa.
- b) Diferenciação progressiva: da maneira com que os aprendentes estabelecem uma ligação entre os significados já existentes em sua estrutura cognitiva (coletados previamente antes das aulas dialogadas) e os utilizam como ancoragem para aprendizagem de novos conhecimentos, gerando assim um conhecimento significativamente relevante.

Para analisarmos os MCs em nível de complexidade estrutural, optamos por utilizar a Taxonomia Topológica de Cañas et al. (2006) apresentada no quadro 1 (seção 2.1).

Já para a análise do conteúdo dos MCs, tanto iniciais, quanto finais (colaborativos), optamos pelo uso da Rubrica que pode ser caracterizada por 3 componentes básicos: os *critérios* que descrevem as qualidades que devem evidenciadas durante a avaliação/trabalho realizado por parte dos alunos, os *níveis de desempenho* que são como indicadores que retratam o que deve ser observado no trabalho, e a *qualidade do desempenho* que é a descrição do que o professor espera que cada aluno alcance, (por exemplo, avançado, proficiente, básico) (BROOKHART, 2013; MENDONÇA; COELHO, 2018).

Para esta análise optamos pelo uso da Rubrica Analítica que, segundo Mendonça e Coelho (2018), consiste em uma rubrica com vários critérios, sendo cada critério avaliado separadamente, dessa maneira, fornecendo *feedbacks* mais específicos tanto para o pesquisador que analisa os MCs, quanto para os alunos que serão avaliados por meio deles (BENDER, 2014).

Para cada critério, criamos uma rubrica com escala de 1 a 4 níveis, somados para obter uma pontuação total, onde o nível 1 representa um desempenho irregular, e 4 o nível máximo de desempenho do estudante. Por exemplo, no critério 1 alcançou o nível 4; no critério 2 alcançou o nível 2; no critério 3 alcançou o nível 4, e no critério 4, o nível 1, conforme o (quadros 4 e 5) com rubricas para análise dos MCs iniciais e finais (colaborativos), respectivamente.

Salientamos que a elaboração do MC inicial teve dois objetivos específicos nesta pesquisa, a) levantar as informações que os alunos sabiam sobre células procarióticas e eucarióticas, pertencentes a fungos e bactérias respectivamente, para iniciarmos as aulas dialogadas sobre bactérias e fungos na Amazônia com base em seus conhecimentos prévios, e b) verificar quais alunos entenderam a proposta de elaboração dos MCs em nível estrutural e tiveram melhor desempenho.

Tais alunos foram selecionados para serem “líderes” nas demais equipes durante a elaboração do MCC, que teve como objetivo, verificar a aprendizagem dos alunos a respeito dos temas abordados durante a sequência didática, bem como se foi possível contextualizar na Amazônia os conteúdos de bactérias e fungos e práticas experimentais, como explica o quadro 5.

Quadro 4. Critérios e níveis estabelecidos para avaliar mapa conceitual individual partindo da pergunta focal “Quais as diferenças que podemos encontrar entre as células procarióticas e eucarióticas?”.

Critério	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Célula procariótica	O estudante não define o que é uma célula procariótica.	Sabe o que é uma célula procariótica, exemplifica, mas não detalha estruturas básicas (membrana e organelas, p. ex.).	Compreende o que é uma célula procariótica, exemplifica, e detalha algumas estruturas básicas (membrana e organelas, p. ex.).	Define uma célula procariótica, suas estruturas básicas, exemplifica, e inclui algumas funções fisiológicas desempenhadas pela mesma, revelando assim uma compreensão abrangente do conteúdo.
Célula eucariótica	O estudante não define uma célula eucariótica.	Sabe o que é uma célula eucariótica, exemplifica, mas não detalha algumas estruturas básicas (membrana celular, carioteca e organelas, p. ex.).	Compreende o que é uma célula eucariótica, exemplifica, e detalha algumas estruturas básicas (membrana celular, carioteca e algumas organelas, p. ex.).	Define uma célula eucariótica e detalha suas estruturas básicas, exemplifica, e inclui algumas funções fisiológicas desempenhadas pela mesma revelando assim uma compreensão abrangente do conteúdo.
Diferenças entre os dois tipos celulares	O estudante não sabe diferenciar os dois tipos celulares.	Soube diferenciar os dois tipos celulares, mas com algumas incoerências (citou a ausência/presença de carioteca como única diferença, p. ex.).	Compreende as diferenças entre os tipos celulares de maneira superficial, mas de maneira apropriada (p. ex.: citou que a célula eucarionte possui carioteca e outras organelas, porém, sem detalhar quais).	Define algumas estruturas que diferenciam os tipos celulares de maneira sistemática, e destaca algumas diferenças morfológicas e fisiológicas, revelando entendimento do conteúdo.
Estrutura do MC	O estudante não compreendeu a estrutura do MC.	Sabe qual a estrutura do MC, porém, existem inconsistências nas proposições e/ou frases de ligação.	Compreende a estrutura do MC, e o executou de maneira linear, mas de maneira apropriada.	Compreendeu a estrutura do MC, elaborando-o de maneira eficiente, formando um MC não linear.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 5. Critérios e níveis estabelecidos para avaliar mapa conceitual colaborativo partindo da pergunta focal “Como podemos diferenciar bactérias e fungos?”.

Critério	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Reino Monera	Os estudantes descrevem o Reino Monera de maneira inadequada.	Sabem parcialmente o que é o Reino Monera, mas descrevem algumas características básicas de maneira inapropriada ou incompleta.	Compreendem o que é o Reino Monera, indicando características específicas e destacam alguns exemplos de seres deste Reino de maneira sistemática.	Definem o que é o Reino Monera, e destacam exemplos de seres pertencentes a este Reino, assim como algumas características morfofisiológicas e sua diferença dos demais seres de maneira sistemática, demonstrando o entendimento abrangente do conteúdo.
Reino Fungi	Os estudantes descrevem o Reino Fungi de maneira inadequada.	Sabem parcialmente o que é o Reino Fungi, mas descrevem algumas características básicas de maneira inapropriada ou incompleta.	Compreendem o que é o Reino Fungi, indicando características específicas e destacam alguns exemplos de seres deste Reino de maneira sistemática.	Definem o que é o Reino Fungi, e destacam exemplos de seres pertencentes a este Reino, assim como algumas características morfofisiológicas e sua diferença dos demais seres de maneira sistemática, demonstrando o entendimento abrangente do conteúdo.
Microbiologia na Amazônia	Os estudantes não mencionam exemplos ou informações que caracterizem a microbiologia contextualizada na Amazônia e/ou mencionaram de maneira incoerente.	Mencionam exemplos ou informações que contextualizam a microbiologia na Amazônia, mas de maneira superficial e/ou dando destaque apenas a um tipo de microrganismo (fungo ou bactéria).	Compreendem alguns elementos relacionadas à microbiologia na Amazônia, citando alguns exemplos de fungos e bactérias da região de maneira sistemática.	Contextualizam a microbiologia na Amazônia exemplificando a aplicabilidade de fungos e bactérias da região, dando ênfase aos seus benefícios e malefícios de maneira apropriada revelando uma compreensão abrangente do conteúdo.
Práticas experimentais	Os estudantes não mencionam as práticas experimentais.	Mencionam as práticas experimentais, mas de maneira inapropriada.	Descrevem as práticas experimentais de forma apropriada para exemplificar a existência de fungos e bactérias nos ambientes.	Contextualizam as práticas experimentais de forma apropriada e eficiente e de maneira criativa, revelando uma compreensão abrangente e sistemática sobre fungos e bactérias.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base no cenário descrito acima, em que o aluno obteve, por exemplo, os níveis 4, 2, 4, e 1 respectivamente, ao somarmos esses valores de cada nível e dividirmos por 4 (quantidade de critérios) teremos a média de 2,75. O modo de conversão de nível para uma escala de nota é obtida por regra de três simples e obedece a seguinte relação: nível 4 corresponderá a 10 (dez) e o nível 1 a 2,5 (dois e cinco), conforme cálculo expresso no quadro 6. No mesmo quadro, observamos a descrição do nível de desempenho dos estudantes com base nas notas aplicadas.

Quadro 6. Cálculo para atribuição de nota, utilizando-se regra de três simples para média e níveis de desempenho para aplicação de notas.

Cálculo		Exemplo	
Média A soma de todos os níveis alcançados, dividido pelo número de critérios.		Média = $(4+2+4+1) / 4$ Média = 2,75	
Cálculo da nota (considerando a média)			
Média = 2,75 Considerando 4 o valor máximo a ser atribuído de média para o aluno, temos: 4 – 10,0 2,75 – X 4X = 2,75 x 10,0 4X = 27,5 X = 27,5/4 X = 6,87 Logo, nota = 6,87 ~ 6,9			
Níveis de desempenho dos estudantes			
Insuficiente	Básico	Bom	Muito Bom
2,5	2,5 – 5,0	5,0 – 7,5	7,5 - 10

Fonte: Adaptado de Brookhart (2013, p. 114) e Mendonça e Coelho (2018, p. 121).

3.7 Elaboração do Produto Educacional

Após a conclusão das etapas da pesquisa, bem como a coleta de dados e verificação dos resultados, foi elaborado um produto tecnológico, com a perspectiva de auxiliar na melhoria dos processos de ensino-aprendizagem de biologia, mais especificamente, do campo da microbiologia geral e contextualizada na Amazônia.

O produto gerado a partir desta pesquisa de mestrado foi um guia didático para alunos e professores, intitulado “Ensinando Microbiologia na Amazônia” (APÊNDICE G). O guia contém orientações iniciais ao professor e foi organizado em três unidades que incluem:

Unidade 1 – Noções básicas sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel e sua relação com o ensino de Microbiologia, bem como a utilização de Mapas Conceituais como instrumentos de diagnóstico e avaliação de aprendizagem;

Unidade 2 – Apresenta tópicos fundamentais de microbiologia, caracterizando bactérias, fungos e vírus. O texto apresenta linguagem mais adequada ao ensino médio, podendo ser usado diretamente pelos alunos. Além disso, um código QR ao final de cada tópico, dá acesso às aulas e materiais diversos para enriquecer a contextualização da microbiologia com conteúdos sobre a Amazônia;

Unidade 3 – Apresenta dez aulas práticas que podem ser desenvolvidas no laboratório, na sala de aula ou até em casa, pelos próprios alunos, de acordo com o grau de dificuldade e equipamentos/materiais necessários. Inclui ainda, a indicação de alguns espaços não formais de ensino (ENF) na região amazônica, que podem servir às visitas técnicas e aulas de campo, para ensinar microbiologia de maneira prática e mais contextualizada.

O guia, em formato impresso ou digital, dá acesso através de código QR, a materiais para aprofundamento no *Website* <http://microbiota-amazonica.webnode.com>, onde estão disponíveis todos os conteúdos, planos de aula e oficina de mapas conceituais, bem como o próprio guia didático, na íntegra. Professores e alunos do Ensino Médio poderão fazer uso de qualquer conteúdo *online* ou baixar os conteúdos de seu interesse, separadamente. Caso o professor prefira, poderá imprimir qualquer conteúdo em PDF, apresentado no *Website*. Desta forma, o guia e suas partes estarão disponíveis para acesso gratuito de diferentes formas, além do repositório institucional do IFAM e website do PPGET <http://ppget.ifam.edu.br/dissertacoes-defendidas/>.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos livros didáticos de biologia do ensino médio

Salientamos que, segundo a proposta curricular do ensino médio para o ensino de biologia, fornecida em 2012 pela Secretaria de Estado de Educação do Estado do Amazonas – SEDUC-AM, o conteúdo de microbiologia é contemplado durante o 3º ano, e tem como um dos objetivos – utilizar as regras taxonômicas e sistemáticas, aplicando-as em um levantamento sobre os reinos em que estão divididos os seres vivos. Portanto, encontramos nesta série, o estudo dos microrganismos, distribuídos em: vírus, Reino Monera, Reino Protista e Reino Fungi. Como os protozoários são, em geral, estudados no campo da zoologia (invertebrados), este trabalho dedicou-se aos microrganismos que são especificamente enfocados na área de microbiologia.

Todavia, ao analisarmos os livros didáticos do 3º ano, inclusive na instituição onde a pesquisa foi executada, verificamos a ausência dos conteúdos de microbiologia nos livros didáticos desta série, estando os mesmos nos livros do 2º ano. Pode-se justificar essa divergência pelo fato das editoras que fornecem os livros serem de abrangência nacional, dificultando a equiparação os conteúdos dos livros com a proposta curricular da Secretaria de Educação do Amazonas (SEDUC, 2012).

Destacamos que com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), há uma nova determinação quanto aos conteúdos que devem ser trabalhados na educação básica em nível nacional, possibilitando assim, que os livros didáticos possam equiparar os conteúdos, e o que devem ser abordados em cada série (BRASIL, 2017).

Sendo assim, analisamos três livros didáticos do 2º ano do ensino médio, descritos no quadro 7:

Quadro 7. Análise de conteúdo de microbiologia em livros didáticos do ensino médio.

Editora	Autores	Temáticas mais mencionadas nos livros sobre os microrganismos
SM Brasil	André Catani, Fernando Santiago dos Santos, João Vicente Vicention Aguilar, Juliano Viñas Salles, Maria Martha Argel de Oliveira, Silvia Helena de Arruda Campos e Virginia Chacon (2017).	O uso dos microrganismos na alimentação.
AJS LTDA	Vivian L. Mendonça (2017).	O uso dos microrganismos na biotecnologia e na alimentação.
Editora Saraiva	Sônia Lopes; Sérgio Rosso (2017).	O uso dos microrganismos na alimentação e ecologia dos microrganismos.

Fonte: Autor

Um dos propósitos de tal análise buscava compreender se a microbiologia abordada nessas obras, contemplavam apenas os microrganismos no sentido patogênico, ou seja, correlacionando a microbiologia somente com doenças, ou se abordavam a importância de tais organismos para a humanidade, considerando a relevância de ensinar os vários aspectos desta área (JACOBUCCI; JACOBUCCI, 2009; SOUZA; DE LUCENA, 2018).

Nesse sentido, foi possível identificar que a obra de Catani et al. (2017), menciona alguns exemplos de bactérias importantes para a indústria alimentícia, citando principalmente, as dos gêneros *Lactobacillus* sp. e *Streptococcus* sp. para a produção de coalhadas, iogurtes e queijos. Outro exemplo citado na mesma obra, diz respeito aos fungos utilizados também na culinária, os basidiomicetos, que são empregados em receitas de sopas, pizzas e estrogonofe.

Mendonça (2017) descreve a importância das bactérias, mencionando-as como biorremediadoras para a aceleração da decomposição do lixo e do chorume, citando inclusive as bactérias anaeróbias. Tendo em vista que o chorume é um líquido tóxico resultante da decomposição da matéria orgânica, determinadas bactérias são capazes de transformar o chorume em material não tóxico.

O livro também destaca a importância dos fungos na alimentação, mencionando os cogumelos comestíveis, como o champinhom (*champignon*), o shitake, o shimeji e a trufa. Refere-se também à importância dos fungos para a área farmacêutica, dando destaque aos antibióticos, dos quais, o primeiro, a penicilina, descoberto em 1929 por Alexander Fleming, é produzido por um fungo posteriormente identificado como *Penicillium notatum*.

Na obra de Lopes e Rosso (2017), encontram-se exemplos referentes à importância dos microrganismos para o tratamento de esgotos, onde bactérias anaeróbias são capazes de converter a matéria orgânica em produtos que podem ser utilizados como fertilizantes, após a esterilização. Tais bactérias atuam como degradadoras da matéria orgânica. Após esse processo, a água é devidamente esterilizada, principalmente com a adição de cloro, podendo ser devolvida aos rios ou aos oceanos.

Fazendo a abordagem sobre os fungos, Lopes e Rosso (2017) colocam em foco as micorrizas, que são espécies de fungos que vivem em associação mutualística com as raízes das plantas. Enquanto esses fungos degradam a matéria orgânica e absorvem os nutrientes

liberados, transferindo-os em parte para a planta, a planta cede ao fungo, certos açúcares e aminoácidos que servem para a manutenção do seu metabolismo.

Citam também, a importância ecológica dos líquens; que são uma associação geralmente mutualística entre fungos e algas verdes unicelulares, ou entre fungos e cianobactérias. Destacam que os líquens podem ser utilizados em indústrias têxteis, pois algumas espécies liberam pigmentos que podem ser utilizados como corantes de tecidos, e algumas, inclusive, podem conter substâncias utilizadas em fármacos.

No que se refere aos microrganismos amazônicos, foi possível verificar que nenhuma das três obras analisadas incluiu qualquer menção aos mesmos. Justifica-se, portanto, a importância de se discutir subsídios que possam auxiliar na produção de materiais que abordem tais conteúdos, na perspectiva de que os alunos desde a educação básica conheçam a microbiota amazônica, bem como, os trabalhos que são desenvolvidos em nossa região, e que muitos conteúdos que são abordados com exemplos de outros estados ou até mesmo países, possam ser convertidos em exemplos regionais, tendo em vista a aprendizagem significativa.

Ressaltamos que apesar de citarmos apenas os benefícios de alguns microrganismos conforme aparecem nas obras, os três livros didáticos descrevem desde a morfologia e a fisiologia dos microrganismos, até seus malefícios, exemplificando com as patologias ocasionadas.

4.2 Publicações selecionadas

Foram selecionadas quinze publicações científicas, conforme os critérios descritos no item 3.4. Para melhor auxiliar na inserção das mesmas como contribuição ao programa de conteúdos do ensino médio, optou-se por categorizá-lo em: contaminação alimentar, diversidade microbiana, ecologia dos microrganismos, e fungos comestíveis. Embora, vários desses trabalhos envolvam outras áreas de conhecimento, tendo inclusive um forte destaque para a biotecnologia, sua organização nessas categorias foi baseada no enfoque principal de cada publicação. E como maneira de facilitar a comunicação professor-aluno, foram incluídos nos planos de aula alguns conteúdos de divulgação científica da mídia após conferir as fontes das informações originais.

Esses trabalhos poderão subsidiar os professores ao realizarem as aulas de microbiologia. Destacamos que as tabelas constantes do Apêndice G, foram sistematizadas com o título das publicações, em que site de busca e/ou plataformas *web* foram encontradas, bem como a temática em que cada publicação pode ser utilizada durante a abordagem de conteúdos de microbiologia no ensino médio. Ressaltamos que ainda mais relevante do que adotar essas publicações como parte de seu conteúdo para a sala de aula, é adquirir o hábito de realizar novas buscas até mesmo utilizando as mesmas palavras-chave que aplicamos. Essa prática pode garantir que cada vez mais informações científicas atualizadas sobre os microrganismos de nossa região cheguem aos alunos de ensino médio.

4.2.1 Contaminação alimentar

Destacamos que os problemas relacionados à contaminação alimentar são uma temática essencial que deve ser tratada durante as aulas de microbiologia, em razão da importância da higiene dos alimentos antes de seu consumo. Os trabalhos listados na tabela 4 (APÊNDICE F) retratam algumas pesquisas que podem subsidiar os professores ao tratar desse tema. A escolha dos trabalhos está atrelada a alimentos que são facilmente encontrados na região e são de preferência dos jovens, o que poderá despertar o interesse pela leitura desses trabalhos.

4.2.2 Diversidade microbiana

Na tabela 5, ainda no apêndice F, agrupamos alguns trabalhos que consideramos estar relacionados à diversidade microbiana na região amazônica por se tratarem de estudos que dão maior enfoque a identificação e caracterização dos microrganismos. Dentre eles, de Oliveira, Flor e Oliveira (2010), relata a presença de bactérias conhecidas como rizóbios, que podem viver associadas a raízes de plantas de forma simbiótica, convertendo o nitrogênio atmosférico em formas utilizáveis à planta hospedeira. Essa publicação é indicada para descrever as relações ecológicas dos microrganismos num contexto regional, comentando especificamente sobre as espécies encontradas aqui. Nos trabalhos de Rodrigues et al. (2011) e Lima et al. (2010), encontramos abordagens semelhantes acerca da diversidade de microrganismos no solo da Amazônia.

Citamos também, a publicação de Castro (2015) como uma fonte apropriada para abordar a importância dos microrganismos para as aplicações biotecnológicas. Esse trabalho trata dos microrganismos biorremediadores que são capazes de metabolizar

contaminantes e transformá-los em produtos menos tóxicos para os ecossistemas amazônicos.

4.2.3 Ecologia dos microrganismos amazônicos

Os trabalhos selecionados sobre a ecologia dos microrganismos (tabela 6), no apêndice F, retratam a importância de alguns microrganismos para manutenção do equilíbrio ecológico de vários ecossistemas amazônicos e como essas interações ocorrem. Muito embora alguns trabalhos tenham uma linguagem técnica, os alunos poderão se sentir instigados às pesquisas adicionais sobre os artigos propostos, desenvolvendo assim a autonomia desses indivíduos em fase de formação.

4.2.4 Fungos comestíveis

Os trabalhos sobre fungos comestíveis da tabela 7 (APÊNDICE F), destacam os macrofungos, mais conhecidos como cogumelos, e seus benefícios quando são inseridos na alimentação humana. Um deles retrata o consumo de macromicetos (fungos macroscópicos) como um hábito alimentar de populações tradicionais da Amazônia (VARGAS-ISLA et al., 2013), o que pode contribuir para a integração cultural desses povos. Outro destaque é a análise nutricional de um cogumelo comestível que ocorre naturalmente nas nossas florestas (SALES-CAMPOS et al., 2013). Conhecer o valor dos alimentos naturais da região, ajuda a valorizar os recursos naturais e a visualizar novas possibilidades de uso sustentável dos mesmos.

4.3 Diagnóstico dos conhecimentos prévios sobre citologia

O primeiro encontro da sequência didática foi para realizar a “oficina sobre mapas conceituais” (figura 5). A aplicação teve a participação de um total de 17 alunos da Turma A, e 13 alunos da turma B. Essa oficina teve como objetivo explicar as técnicas e características essenciais utilizadas na elaboração de MCs.

As técnicas foram aplicadas pelos alunos na construção de um MC individual, tendo como pergunta focal: “Quais as diferenças que podemos encontrar entre a célula procariótica e a eucariótica?”. E na avaliação do MC, pôde-se identificar os conhecimentos prévios sobre células procarióticas e eucarióticas, das quais, respectivamente, bactérias e fungos, seriam os objetos de estudo das aulas subsequentes. Daí a importância de acessar esses conhecimentos básicos, potencializando-os como subsunçores para os conhecimentos novos sobre microrganismos.

Figura 5. Oficina de mapas conceituais. 1. Turma A; 2. Turma B



Fonte: Souza (2019)

A oficina de MCs teve duração de 1h40min em cada uma das turmas, distribuídas conforme o planejamento da proposta apresentado no Apêndice A.

Com isso, analisamos separadamente os MCs dos conhecimentos prévios dos estudantes (turma A e B) e, ao final, foi feito um comparativo entre as duas turmas.

Considerando-se que um dos critérios utilizados nas rubricas para avaliações dos MCs iniciais (quadro 4, seção 3.6) tratava também da avaliação estrutural dos mapas, optamos conjuntamente pelo uso da taxonomia topológica de Cañas et al. (2006), pois a mesma revela descrições mais complexas que tais mapas poderiam apresentar.

Durante a análise, utilizamos a letra “A”, que representa cada aluno participante desta atividade, de maneira a preservar suas identidades. Seguida de um numeral como forma de organização dos dados. Portanto, na tabela 1, podemos verificar o desempenho dos dezessete estudantes da turma A, em nível de critérios pré-estabelecidos (quadro 4, seção 3.6), suas médias, qualidade por média, e nível topológico (quadro 1, seção 2.1).

Ao observarmos o desempenho dos estudantes da turma A, no gráfico 1, no que se refere aos conhecimentos prévios com base nos critérios pré-estabelecidos, verificamos que 53% dos alunos alcançaram a média entre 5,0 a 6,6, com qualidade de desempenho “bom”. Isso significa que um pouco mais da metade dos alunos possuem conhecimentos prévios significativos com relação às células procarióticas e eucarióticas e sobre a estrutura esquemática dos MCs.

Tabela 1. Desempenho dos estudantes da turma A na elaboração dos mapas conceituais individuais.

N°	Rubrica	Níveis de desempenho			Taxonomia Topológica
		Níveis alcançados por Critério	Média por Nível	Média Final	Qualidade por Média
A1	2+3+2+2 = 9/4	2.25	5.6	Bom	Nível 2
A2	2+3+2+2 = 9/4	6.62	5.6	Bom	Nível 1
A3	2+1+1+1 = 4/4	1.25	3.1	Básico	Nível 0
A4	3+3+2+2 = 10/4	2.50	6.6	Bom	Nível 2
A5	3+3+4+4 = 14/4	3.50	8.7	Muito Bom	Nível 3
A6	3+3+4+4 = 14/4	3.50	8.7	Muito Bom	Nível 2
A7	3+3+2+2 = 10/4	2.50	6.2	Bom	Nível 3
A8	2+1+1+2 = 6/4	1.50	3.7	Básico	Nível 2
A9	2+2+1+3 = 8/4	2.0	5.0	Bom	Nível 2
A10	3+3+3+1 = 10/4	2.50	6.2	Bom	Nível 2
A11	2+2+2+3 = 9/4	2.25	5,6	Bom	Nível 1
A12	4+3+3+4 = 14/4	5.50	8,7	Muito Bom	Nível 5
A13	2+2+2+1 = 7/4	1.75	4,4	Básico	Nível 2
A14	2+2+2+1 = 7/4	1.75	4,4	Básico	Nível 0
A15	2+2+2+2 = 8/4	2.0	5.0	Bom	Nível 2
A16	2+2+2+3 = 9/4	2.25	5,6	Bom	Nível 3
A17	2+2+2+1 = 7/4	1.75	4,4	Básico	Nível 0

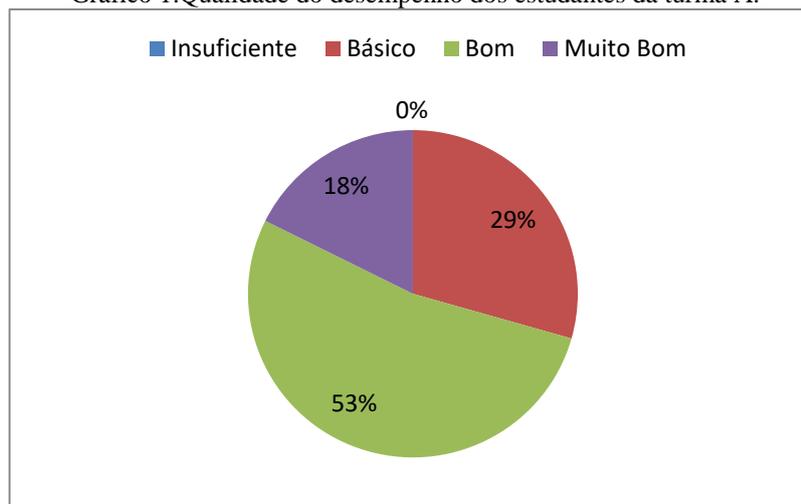
Fonte: Autor.

Ao buscarmos compreender a qualidade deste desempenho positivo, os alunos relataram ao pesquisador que o conteúdo sobre células havia sido abordado recentemente pelo professor de biologia, sendo assim, boa parte do que foi aprendido durante as aulas estava parcialmente ativo na memória dos aprendentes.

Durante uma conversa formal, antes da construção dos MCs individuais visando a ativação dos subsunçores (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2013), foi observado que os estudantes pouco tinham a falar sobre as questões básicas e estruturais das células, todavia, durante a construção dos MCs, demonstraram um bom desempenho. Segundo Sweller (1994), pode-se designar esse desempenho como memória de trabalho que, de certa maneira, é limitada para o processo de novas informações, mas que pode ser estimulada através da construção de esquemas como os MCs.

O gráfico 1 também mostra que 29% da turma alcançou a média entre 2,5 a 5,0, sendo designada como nível “básico”, e 18% alcançou a qualidade “muito bom”.

Gráfico 1. Qualidade do desempenho dos estudantes da turma A.



Fonte: Autor.

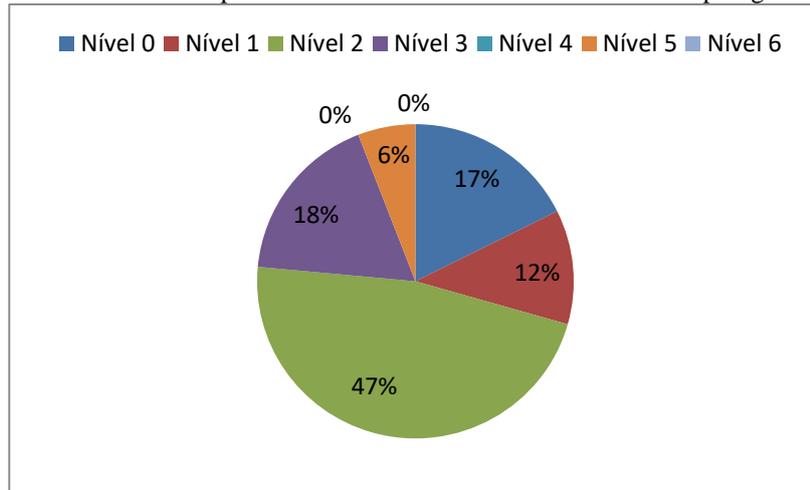
O gráfico 2 relaciona-se ao nível topológico alcançado pela turma A. Vemos que 47% dos alunos alcançaram o nível 2, não sendo este um bom desempenho. Segundo Cañas et al. (2006), este nível diz que nos aspectos estruturais do MC predominam conceitos sobre explicações longas, e a ausência de menos da metade de palavras ou frases de ligação, sendo também um mapa que apresenta apenas dois pontos de ramificação.

No mesmo gráfico, notamos que 18% dos alunos alcançaram o nível 3, que corresponde a um mapa sem explicações longas, sem ausência de palavras ou frases de ligação, contendo 3-4 pontos de ramificação, e com menos de 3 níveis de hierarquia.

Ainda no gráfico 2, 17% foram avaliados como nível 0, seguido de 12% nível 1, e 6% no nível 5.

É importante salientar que para enquadrar um MC em um determinado nível, é necessário que ele atenda a todos os requisitos daquele nível (CAÑAS et al., 2006). Se ele não atender a todos os requisitos, deverá ser classificado em um nível inferior. Sendo assim, encontramos durante a análise, mapas que possuíam 3 de 4 critérios estabelecidos pela taxonomia topológica, mas que pelo não atendimento a 1 critério, foi classificado como pertencente ao nível inferior.

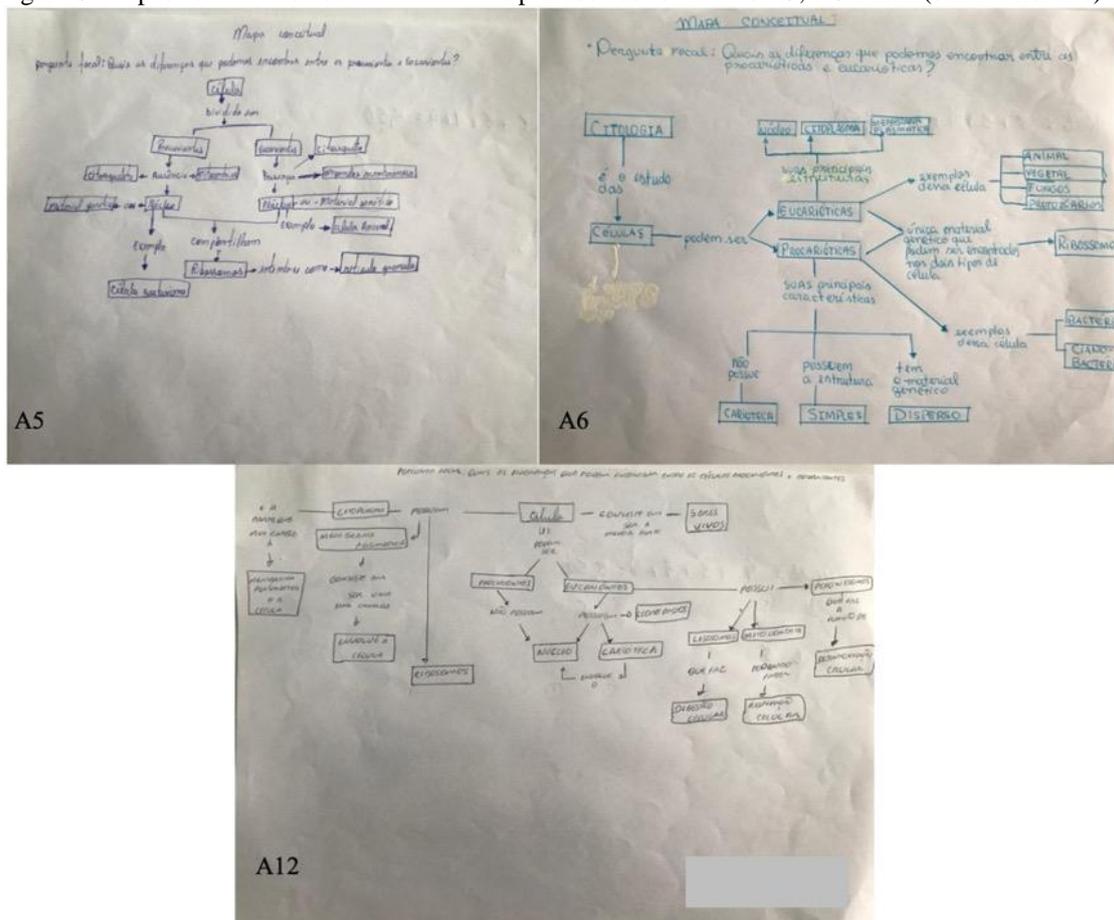
Gráfico 2. Desempenho dos estudantes da turma A em nível topológico.



Fonte: Autor.

Dos dezessete MCs avaliados, destacamos os mapas A5, A6 e A12, (figura 6), que alcançaram média 8,7, com qualidade de desempenho designada como “muito bom” e em termos de topologia, atingiram os níveis 3, 2 e 5, respectivamente.

Figura 6. Mapas conceituais dos conhecimentos prévios dos estudantes A5, A6 e A12 (sentido horário).



Fonte: Souza (2019)

Os mapas da figura 6 se destacaram, pois, alcançaram níveis significativos no que se refere aos critérios propostos. Mencionamos, por exemplo, o MC A5, onde o aluno descreve muito bem algumas das principais características das células procarióticas e eucarióticas e, através das ligações cruzadas, destaca componentes celulares que ambas as células compartilham, como, por exemplo, os ribossomos.

No entanto, o aluno cometeu um pequeno equívoco, descrevendo na frase de ligação a palavra “ausência” vinculada aos termos “núcleo” e “material genético” para a célula procariótica, o que não é possível, uma vez que toda célula e até mesmo os vírus, que são acelulares, possuem material genético, ainda que não esteja organizado, circunscrito em forma de um núcleo. Silveira (2013) e Nascimento (2016) destacam que esse tipo de equívoco ocorre, pois, muito se fala da ausência de núcleo na célula procariótica, quando, na verdade o que está ausente é a membrana nuclear (carioteca) que envolve o material genético nas células eucarióticas.

Ao analisarmos o MC A6, verificamos que não há erros quanto à descrição de ambas as células, mas, percebemos a ausência de detalhamento das estruturas citoplasmáticas das células eucarióticas.

Já o MC A12, demonstrou bastante conhecimento no que se refere à célula eucariótica, descrevendo inclusive funções fisiológicas desempenhadas por algumas organelas citadas em seu MC, mas, para as células procarióticas observou-se a ausência de exemplos de seres representantes desse tipo celular, assim como uma possível citação de funções fisiológicas desempenhadas por ela.

Quanto à questão estrutural dos MCs, entendemos que esse foi o primeiro contato dos discentes com tal ferramenta, e que a pouca experiência levaria à construção de MCs simples, e muitas vezes lineares, pois, como relata Moreira (2013), a construção de bons mapas requer tempo e prática.

A tabela 2 representa o desempenho dos treze alunos da turma B, em nível de critérios pré-estabelecidos também no quadro 4, seção 3.6, e em nível topológico (quadro 1, seção 2.1).

Tabela 2. Desempenho dos estudantes da turma B na elaboração dos mapas conceituais individuais.

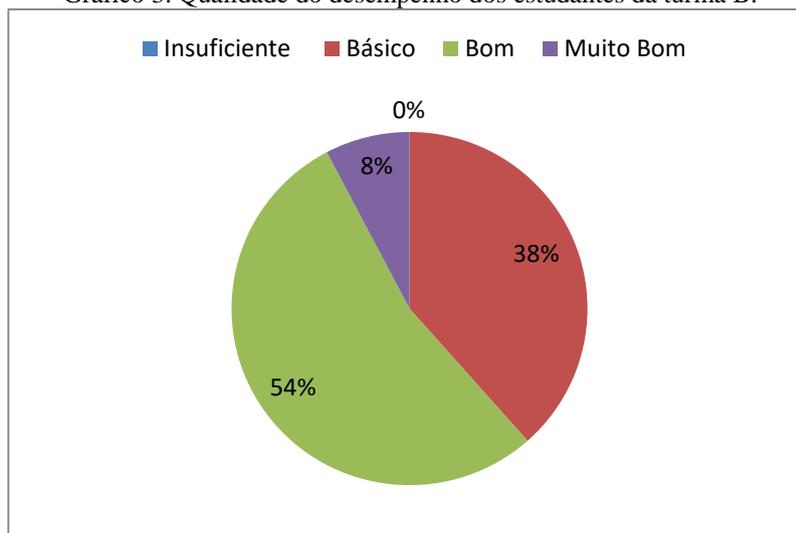
Nº	Rubrica	Níveis de desempenho			Taxonomia Topológica
		Níveis alcançados por Critério	Média por Nível	Média Final	Qualidade por Média
A1	3+2+3+2 = 10/4	2.5	6.2	Bom	Nível 2
A2	3+3+3+4 = 13/4	3.25	8.1	Muito Bom	Nível 5
A3	2+2+2+3 = 9/4	2.25	5.6	Bom	Nível 3
A4	2+2+3+3 = 10/4	2.50	5.2	Bom	Nível 2
A5	2+3+2+3 = 10/4	2.50	5.6	Bom	Nível 3
A6	1+1+1+2 = 5/4	1.25	3.1	Básico	Nível 2
A7	2+2+1+1 = 6/4	1.50	3.7	Básico	Nível 2
A8	2+2+1+1 = 6/4	1.50	3.7	Básico	Nível 2
A9	2+2+1+2 = 7/4	1.75	4.3	Básico	Nível 3
A10	2+2+2+2 = 8/4	2.0	5.0	Bom	Nível 2
A11	2+2+2+2 = 8/4	2.0	5.0	Bom	Nível 2
A12	1+1+1+3 = 6/4	1.50	3.7	Básico	Nível 3
A13	2+2+2+3 = 9/4	2.25	5.6	Bom	Nível 3

Fonte: Autor.

Quando analisamos o desempenho dos estudantes da turma B (gráfico 3), no que diz respeito aos conhecimentos prévios com base nos critérios pré-estabelecidos, verificamos que 54% dos alunos alcançaram média entre 5,0 e 7,5, com qualidade de desempenho “bom”. Isso significa que pouco mais da metade dos alunos possuem conhecimentos prévios com relação às células procarióticas e eucarióticas, e sobre a estrutura esquemática dos MCs.

Verificamos que o mesmo professor de biologia da turma A, também era da turma B. Sendo assim, esperávamos um desempenho semelhante, muito embora sejam de turmas diferentes. Entretanto, pode-se observar que 38% da turma alcançou o nível “básico”, sendo assim, obtendo poucos critérios estabelecidos nas rubricas e, apenas 8% alcançou a qualidade “muito bom”.

Gráfico 3. Qualidade do desempenho dos estudantes da turma B.

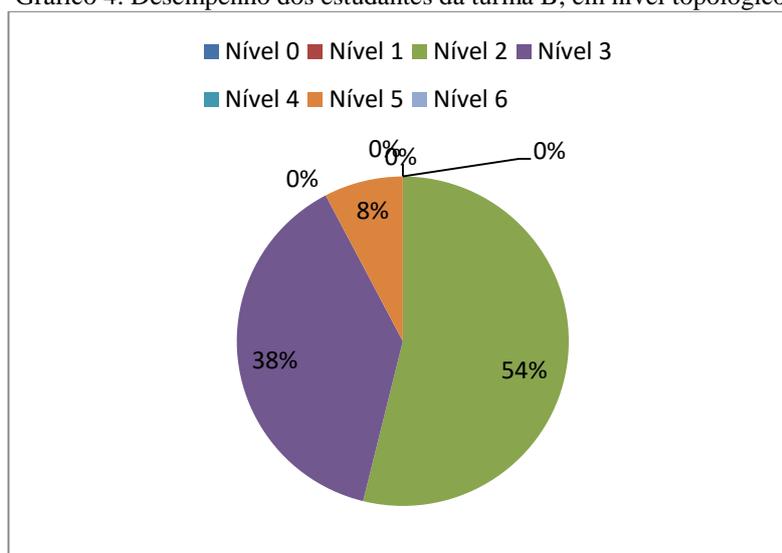


Fonte: Autor.

O gráfico 4 se relaciona ao nível topológico alcançado pela turma B. Observamos que 54% dos alunos alcançaram o nível 2, não sendo esse um bom desempenho, tendo em vista que a taxonomia topológica designa 7 níveis com características distintas (CAÑAS et al., 2006).

Ainda no gráfico 4, verificamos que 38% dos estudantes alcançaram o nível 3, e 8%, o nível 4. Deduzimos que pela falta de prática na construção dos MCs, obtivemos níveis topológicos muito baixos (NOVAK, 2004, 2010; MOREIRA, 2010), mas que nenhum aluno desta turma obteve o nível 0, o que já poderia ser considerado um bom resultado a ser mencionado.

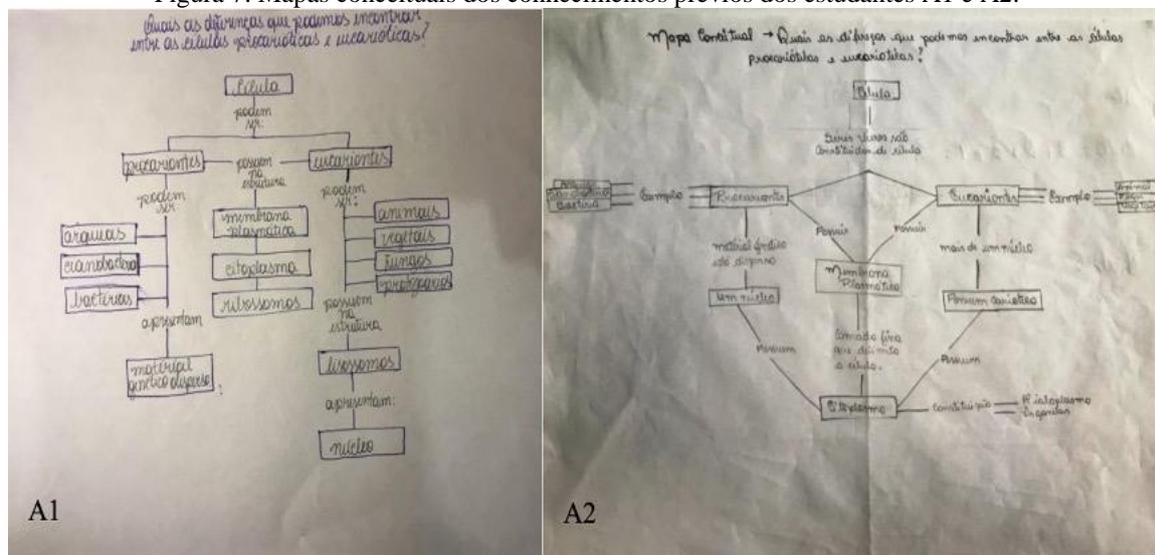
Gráfico 4. Desempenho dos estudantes da turma B, em nível topológico.



Fonte: Autor.

Dos treze MCs da turma B, destacamos os mapas A1 e A2 (figura 7), que alcançaram a média 6,2 com qualidade de desempenho “bom” (A1), e 8,1 designada como “muito bom” (A2), e em nível Topológico, 2 e 5, respectivamente.

Figura 7. Mapas conceituais dos conhecimentos prévios dos estudantes A1 e A2.



Fonte: Souza (2019)

Destacamos os MCs acima, pois alcançaram níveis significativos com relação aos critérios propostos. No MC A1, o aluno conseguiu exemplificar seres que possuem células procarióticas ou eucarióticas, assim como, mencionou características comuns a ambos os tipos celulares, tais como membrana plasmática, citoplasma e ribossomos.

Porém, percebemos um pequeno equívoco que este mapa apresenta. A proposição “*lisossomos*” ligada à palavra “*apresenta*” ligada novamente à proposição “*núcleo*”, que poderia levar o leitor do MC a entender que os lisossomos possuem núcleo. Supomos que o aluno se referia à estrutura da célula eucariótica, pois a palavra *núcleo* encontra-se na mesma ramificação, mas, para fins de avaliação, consideramos um erro de conceituação e descrição.

A ausência de menos da metade de frases e/ou palavras de ligação no mapa A1 levou-o a ser qualificado como nível 2, da taxonomia topológica.

Já o mapa A2, foi o único mapa desta turma que alcançou a qualidade de desempenho “muito bom”. Verificamos que o aluno destacou características básicas de ambas as células, como a ausência de núcleo nas procarióticas e presença nas eucarióticas, mencionando componentes que as duas células compartilham, e exemplificando seres que pertencem a cada tipo celular.

Este mapa alcançou o nível 5 da taxonomia, sendo assim, possui características interessantes, como a ausência de explicações longas, palavras e/ou frases de ligação sempre presentes, alta ramificação, com 3 ou mais níveis de hierarquia e até 2 ligações cruzadas (CAÑAS et al., 2006). Para De Aguiar e Correia (2013), mapas como esse podem ser considerados como MC de rede, sendo um tipo de mapa construído por alunos que aprendem temas de forma significativa.

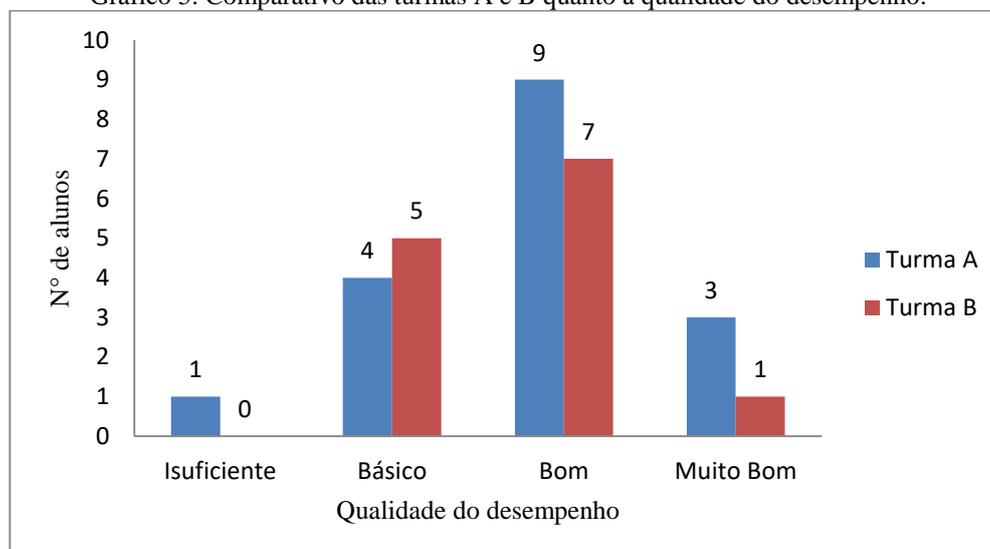
Com base no cenário descrito acima das turmas A e B, no gráfico 5, verificamos algumas diferenças entre as classes, sendo assim, havendo conhecimentos prévios diferentes nas turmas.

Na turma A, a maioria dos estudantes conseguiu definir algumas estruturas básicas das células, assim como as diferenças entre os seus componentes morfológicos, mas apenas 6% citaram algumas funções fisiológicas desempenhadas pelos mesmos.

Partindo desse pressuposto, iniciamos as aulas dialogadas, enfocando, principalmente, questões da fisiologia celular. Esses conhecimentos identificados previamente serviram como âncora para a aprendizagem de conteúdos mais específicos sobre microbiologia (AUSUBEL, 2003; TAVARES, 2008).

Já na turma B, boa parte dos alunos não soube diferenciar os tipos celulares de maneira clara em seus MCs. Além disso, apenas 8% citou alguma função fisiológica desempenhada por algum tipo celular. Tal cenário nos levou a iniciar as aulas dialogando e descrevendo as diferenças entre os tipos de células, partindo de um conteúdo mais básico, portanto, bem como questões relacionadas à fisiologia celular.

Gráfico 5. Comparativo das turmas A e B quanto à qualidade do desempenho.

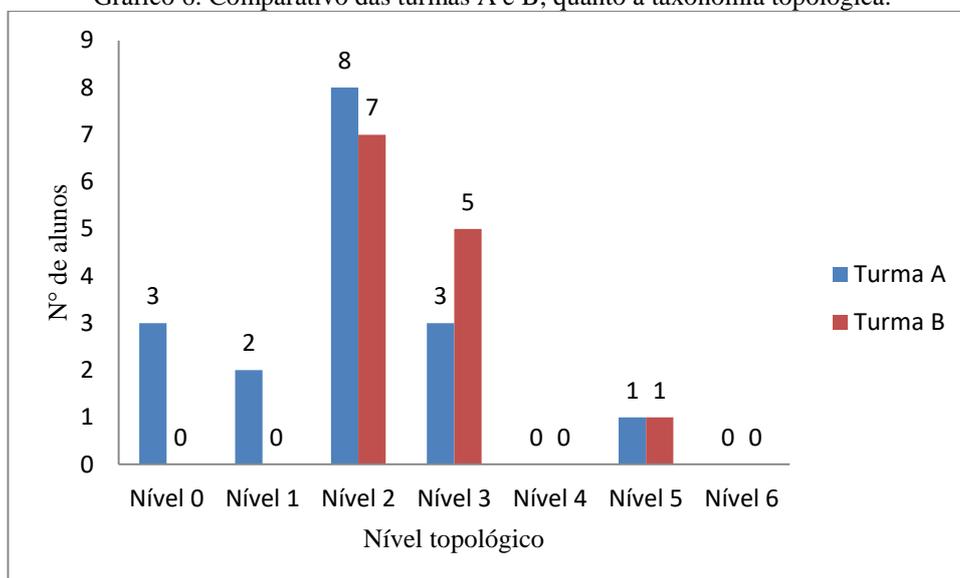


Fonte: Autor.

O gráfico 6 faz um comparativo entre as turmas para verificar o desempenho, no que concerne à taxonomia topológica.

Verificamos que boa parte dos alunos compreenderam as estruturas básicas dos MCs, tendo em vista que a maioria alcançou entre os níveis 2 e 3, que indicam mapas não lineares. Neste contexto, Moreira (2010) e De Aguiar e Correia (2013) relatam que mapas não lineares podem revelar uma boa estrutura, pois podem aumentar progressivamente a compreensão de um conteúdo, desta maneira, modificando a rede de proposições, indicando novas relações hierárquicas entre os conceitos. Mendes, Cicuto e Correia (2013), porém, alertam que esses mapas podem até ter uma sequência lógica do começo ao fim, mas, no contexto hierárquico podem implicar em muitas ligações que podem não ser válidas.

Gráfico 6. Comparativo das turmas A e B, quanto à taxonomia topológica.



Fonte: Autor.

4.3.1 Cenário do conhecimento prévio dos alunos sobre bactérias

O segundo encontro foi para aplicação da aula sobre o Reino Monera e sua diversidade na Amazônia. Nesta aula, tivemos a participação de 17 alunos da turma A, e 13 alunos da turma B.

Iniciamos a aula entregando para cada aluno uma etiqueta adesiva, na qual, cada um deveria colocar uma frase e/ou algumas palavras que soubessem sobre o Reino Monera, mais especificamente sobre as bactérias (figura 8). Tal método foi uma forma de verificar o conhecimento prévio dos alunos que, às vezes, estão estáveis em sua estrutura cognitiva, e tais conhecimentos poderiam servir como pontes para a abordagem de conceitos mais

Outras questões que foram levantadas durante a aula envolviam a bacteriologia contextualizada na Amazônia. Perguntamos, inicialmente, se eles sabiam quais eram as doenças comuns encontradas na região, e se conheciam algum trabalho relacionado a bactérias na Amazônia. Durante a aula apresentamos algumas doenças endêmicas comumente encontradas na região amazônica, entre elas estava a tuberculose (MARREIRO et al., 2009), e a leptospirose (JESUS et al., 2012), e falamos sobre o uso de bactérias encontradas no solo da região para produção de fármacos, tais como os antibióticos (ESCHER, 2016), ou ainda sobre a ecologia microbiana dos solos (VILAS BOAS, 2008; 2014). Durante a aula, foram realizadas algumas anotações que seriam necessárias para a atividade final desta sequência didática. A implementação da aula dialogada sobre o Reino Monera compreendeu uma carga horária de 50 minutos em cada uma das turmas, conforme o planejamento da proposta (Apêndice B).

Durante a aplicação da aula dialogada sobre o Reino Monera e sua diversidade na Amazônia, ao buscarmos compreender quais os conhecimentos prévios dos estudantes com relação a este reino, mais especificamente sobre as bactérias, observou-se que muitas menções de diferentes aspectos foram citadas nas etiquetas adesivas preenchidas por eles no início da aula.

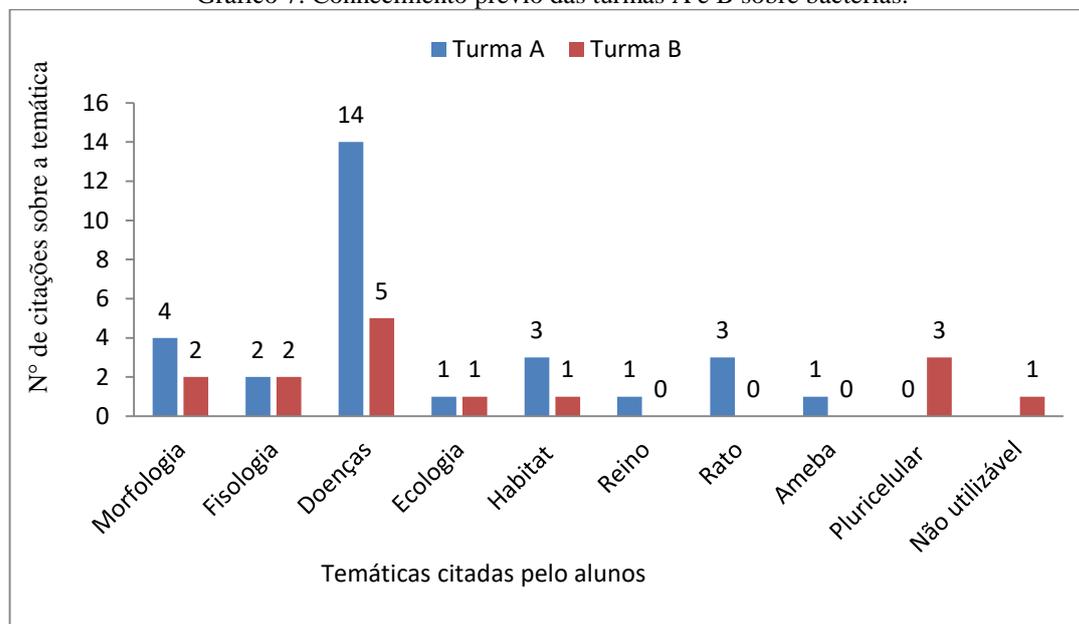
Tal atividade serviu como maneira de nortear toda a aula sobre este reino, usando suas colocações sobre o tema de modo a tratar este conteúdo, inicialmente, com mais inclusividade, como sugerem Ausubel (2003) e Tavares (2018). Ou seja, fatos e elementos que eles conhecem previamente são essenciais para ativar os subsunçores para a compreensão e o domínio de saberes subsequentes de maneira mais organizada, estabelecendo assim, duas características primordiais da teoria da aprendizagem significativa, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

O gráfico 7 mostra as palavras e/ou frases citadas pelos estudantes das turmas A e B, e número de citações de cada uma. Ressaltamos que os alunos poderiam optar por escrever uma frase ou algumas palavras do que sabiam sobre o tema. Portanto, para fins de elaboração dos gráficos, bem como para a descrição dos resultados, agrupamos essas informações em algumas categorias distintas.

Salientamos que alguns alunos, no início desta atividade, relataram que não sabiam nada sobre o tema. Coube ao pesquisador motivá-los a se esforçarem na perspectiva de pensarem um pouco mais sobre as atividades do seu cotidiano, onde esses microrganismos

estão presentes. Isso serviu para tentar incluir os alunos no processo de aprendizagem, e prepará-los para o envolvimento na temática sobre as bactérias (SOUZA, 2017).

Gráfico 7. Conhecimento prévio das turmas A e B sobre bactérias.



Fonte: Autor.

Observamos no gráfico 7 que boa parte dos alunos da turma A e B, fizeram uma correlação das bactérias com doenças, principalmente. Isso corrobora os resultados dos trabalhos de Albuquerque, Braga e Gomes (2012), Azevedo e Sodré (2014), Brum (2014) e Silveira, Oliveiros e Araújo (2011), que descrevem que os estudantes possuem concepções alternativas sobre bactérias, mas que boa parte é sempre ligada às questões de saúde e das doenças ocasionadas por elas.

Os alunos citaram questões relacionadas à morfologia e fisiologia das bactérias, descreveram algumas estruturas básicas desses organismos, assim como funções desempenhadas por eles. Então, organizamos essas ideias segundo termos gerais de maneira que eles compreendessem melhor tais estruturas. Aproveitamos esse momento para salientar que seres pertencentes a este reino são classificados como unicelulares, e não pluricelulares como foi citado por alguns estudantes da turma B (gráfico 7).

Alguns apontamentos referentes ao papel ecológico das bactérias na decomposição da matéria orgânica foram feitos pelos alunos, pois, nas aulas de ecologia muito se fala da importância desses seres no processo de ciclagem de nutrientes nas cadeias alimentares (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Aproveitamos essas menções para abordar as relações simbióticas desses microrganismos que habitam no solo da região amazônica, mais especificamente em raízes de plantas, conforme citado nos trabalhos de Barroso e Oliveira

(2001) e Escher (2016). Vários desses microrganismos têm sido objetos de estudos e têm despertado interesse no campo farmacêutico.

Uma das palavras citadas pelos alunos foi “rato”, o que levou ao pesquisador a indagar o porquê desta palavra aparecer nas citações, levando um aluno a falar sobre a Leptospirose, doença infectocontagiosa causada por bactérias espiroquetas do gênero *Leptospira*, sendo a mais conhecida a *L. interrogans* (MATOS, 2019), comumente encontrada também na região amazônica (ABINADER; PEREIRA; GARNELO, 2017).

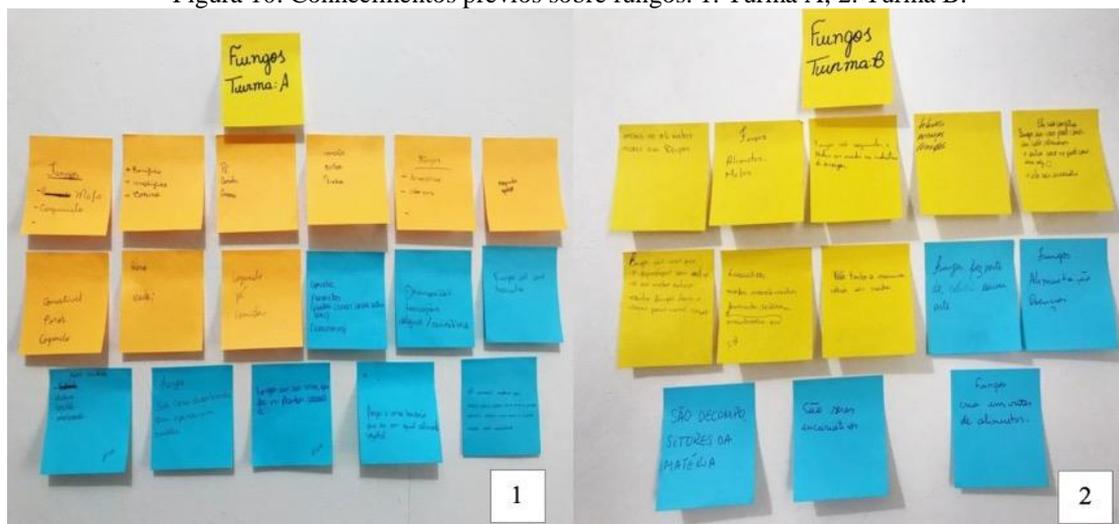
A palavra ameba foi citada por um dos estudantes da turma A, sendo assim, o pesquisador explicou que tal organismo é pertencente ao grupo dos protozoários e não das bactérias. Deduzimos que tal equívoco ocorreu, pois, alguns sintomas da doença amebíase, causada pelas amebas, são semelhantes aos das infecções bacterianas do trato intestinal, como relatam Cordeiro e Macedo (2017). Todavia, são organismos totalmente diferentes.

A expressão “não utilizável” foi citada por um dos alunos. Por isso, resolvemos falar sobre o uso das bactérias em diversos campos da ciência, assim como de bactérias encontradas em alimentos tradicionais da Amazônia, como a mandioca, capaz de proteger a saúde da população, pois podem inibir o crescimento de algumas bactérias (*Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*) e fungos patogênicos (*Botrytis cinerea*, *Monilia fructicola* e *Colletotrichum gloeosporioides*) (PEREIRA, 2016).

3.3.2 Cenário do conhecimento prévio dos alunos sobre fungos

O terceiro encontro feito com as turmas contou com a participação de 17 alunos da turma A, e, com 13 alunos da turma B, para a realização da aula dialogada sobre o Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia. Iniciamos da mesma forma que na aula anterior, entregando para cada aluno uma etiqueta adesiva para que colocassem uma frase e/ou algumas palavras que soubessem sobre os fungos (figura 10).

Figura 10. Conhecimentos prévios sobre fungos. 1. Turma A; 2. Turma B.



Fonte: Souza (2019)

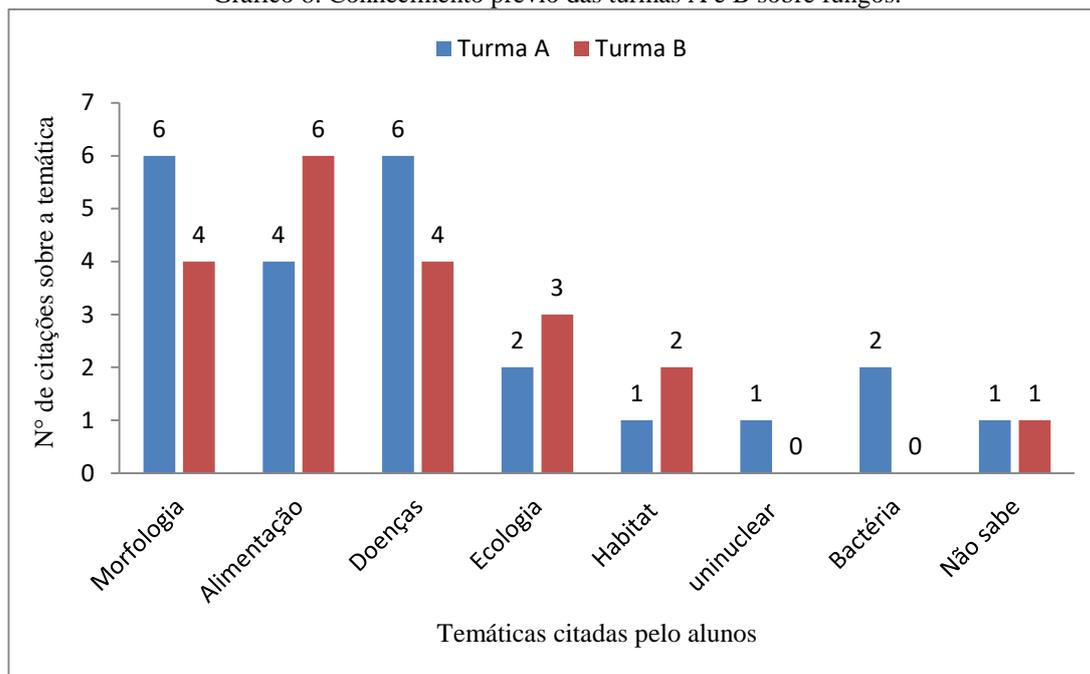
Os alunos colocaram as etiquetas no quadro branco, e a partir dali, iniciamos a nossa aula. De maneira sistemática, discutimos sobre cada frase e/ou palavra adicionada, tendo em vista que foram diferentes questões levantadas por eles a respeito dos fungos, bem como, estrutura morfológica e fisiológica, sobre a aplicação desses organismos em diversos campos, e os malefícios ocasionados por eles.

Nesta aula, foram apresentadas algumas questões relacionadas à diversidade dos fungos existentes na Amazônia, tais como, o uso dos fungos encontrados no solo da região para produção de biossurfactantes (SENA, 2014), e o uso de algumas espécies encontradas em frutos regionais como: buriti, tucumã e pupunha para produção de corantes naturais a serem aplicados em cosméticos e alimentos (FERREIRA, 2009; ARANHA, 2015; RAINERT et al., 2016). A aula dialogada sobre o Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia durou 50 minutos em cada uma das turmas, e ocorreu conforme o planejamento (APÊNDICE C).

No início da aula dialogada sobre o Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia, descrita no capítulo 3, seção 3.5.3, aplicamos a mesma técnica das etiquetas adesivas para suscitar o registro dos conhecimentos que os alunos já traziam sobre os fungos.

Observou-se que muitas menções de diferentes aspectos foram citadas nas etiquetas, como mostra o gráfico 8.

Gráfico 8. Conhecimento prévio das turmas A e B sobre fungos.



Fonte: Autor.

Observamos que ambas as turmas possuíam conhecimentos prévios semelhantes com relação aos fungos.

Sobre o Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia, foram mencionadas com frequência algumas questões relacionadas às características morfológicas desses organismos. Utilizamos essas menções como âncoras para sistematizar as colocações propostas pelos estudantes, dando uma nova perspectiva, e incluindo novos conceitos (NOVAK; GOWIN, 1999).

Desta maneira, explicamos tais características, assim como esclarecemos que fungos são seres que podem possuir múltiplos núcleos em suas hifas (células de fungos filamentosos), por exemplo, diferente do que foi citado por alunos de ambas as turmas nas etiquetas, que seres deste reino são “uninucleares” (LOGUERCIO-LEITE et al., 2006).

Outra palavra citada pelos alunos foi “bactéria”, o que nos levou a reforçar as diferenças entre fungos e bactérias, possibilitando o esclarecimento que ambos organismos possuem características distintas e que, por isso, são classificados em reinos diferentes. Segundo Rodrigues (2017), esses possíveis equívocos ocorrem, pois ambos os seres são conhecidos por serem microscópicos, entendendo-se erroneamente que são seres afins.

Ao contrário do resultado sobre bactérias, sobre as quais não houve nenhuma menção pelos alunos sobre o seu uso na alimentação, ambas as turmas citaram o uso dos fungos como alimento, inclusive mencionando os cogumelos.

Como forma de trazer exemplos mais inclusivos (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2010), perguntamos quais os fungos/cogumelos comestíveis que eles conheciam e, logo, alguns lembraram principalmente do *champignon*, basidiomiceto bastante utilizado na culinária internacional e também brasileira.

Para contextualizar a Amazônia, citamos os fungos endofíticos encontrados em alimentos regionais como pupunha, tucumã e buriti que podem ser utilizados para a fabricação de corantes naturais (FERREIRA, 2009; ARANHA, 2015; RAINERT, 2016).

4.4 Atividade prática laboratorial

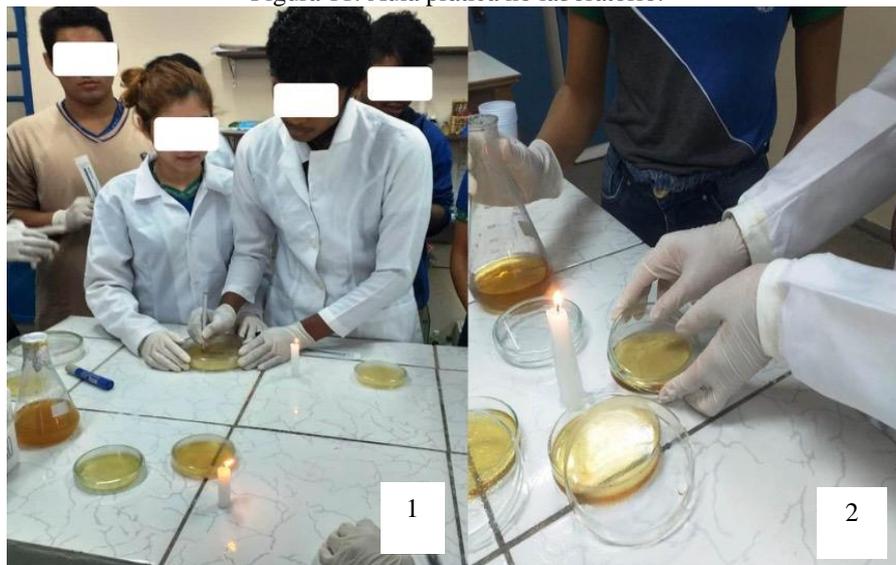
Para realização da aula prática experimental, cujo plano é detalhado no quadro 11 (APÊNDICE D), optamos por deixar parte do material que seria utilizado parcialmente preparado, a fim de termos tempo hábil para execução de todas as atividades planejadas. Portanto, realizamos a esterilização do material, sendo 21 placas de Petri e 1 Erlenmeyer (material utilizado nas duas turmas).

Essa atividade foi realizada no laboratório da escola, que possui uma estrutura simples, composta por uma bancada, três armários para armazenar vidrarias e insumos utilizados nas aulas práticas de ciências, e duas estufas pequenas, uma de secagem e outra bacteriológica que serviu para a incubação do material inoculado. Nesta aplicação tivemos 15 alunos da turma A, e 13 alunos participantes da turma B.

Para a preparação do meio de cultura, utilizamos o meio ágar nutriente (AN), meio não seletivo que permite o crescimento de bactérias e fungos. Calculamos 150 ml por placa. Por ser um meio sólido, após homogeneizar com água, cozinhamos até reduzir a turbidez. Distribuímos nas placas de Petri ainda quente e deixamos as placas esfriarem com as tampas entreabertas. Tal atividade foi realizada na capela de fluxo laminar, para evitar a contaminação das placas com o meio de cultura.

Nesta atividade, falamos sobre as vidrarias que seriam utilizadas na prática, e como é realizada a preparação do meio de cultura. Foi mostrado cada passo para eles de maneira prática (descrita no apêndice D, anexo do plano de aula prática). Posteriormente, foram formados 3 grupos em cada turma. Cada grupo recebeu 3 placas com meio de cultura, onde os mesmos deveriam inocular amostras coletadas da boca, cabelo, e de alguns ambientes escolhidos por eles como: banheiro, sala dos professores e cozinha. Ao final, as placas inoculadas foram incubadas na estufa bacteriológica para favorecer o crescimento microbiano (figura 11).

Figura 11. Aula prática no laboratório.



Fonte: Souza (2019).

Diariamente, os alunos visitavam o laboratório para verificar o crescimento dos microrganismos coletados.

A aula prática experimental foi realizada com duração de 1h40min. em cada uma das turmas, tendo em vista a preparação do laboratório antes do início da prática. O tempo foi distribuído conforme o planejamento da proposta e o anexo da aula prática (APÊNDICE D). A figura 12 mostra os materiais utilizados durante a prática, e a estufa bacteriológica com o armazenamento das placas inoculadas.

Figura 12. 1) Materiais utilizados na prática; 2) Estufa bacteriológica.



Fonte: Souza (2019).

Essa atividade despertou o interesse e entusiasmo dos alunos, ficando notória a dedicação e atenção durante as explicações e acompanhamento dos seus experimentos, aspectos muito importantes descritos nos pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel, pois um dos critérios para que o aluno aprenda é a pré-disposição em querer adquirir novos conhecimentos, o que é demonstrado por meios atitudinais (PELIZZARI et al., 2002; AUSUBEL, 2003).

Durante a coleta do material para a inoculação nas placas alguns alunos relataram que não podiam fazer a coleta da boca, pois haviam escovado os dentes antes. Tal colocação levou o pesquisador a esclarecer que mesmo com a higienização, muitas bactérias ainda permanecem, e que a finalidade da escovação e bochechos é apenas para a diminuição da quantidade de bactérias que prejudicam a saúde, mas que existem outros fatores para existência delas na boca, como a dieta alimentar e a morfologia dos dentes e gengivas que possuem muitos espaços retentivos que escapam à escovação, como citado por (LEITE; PINTO; SOUZA, 2006).

O mesmo caso foi citado para a coleta do material do cabelo. Explicamos que os microrganismos são ubíquos, ou seja, estão em todos os ambientes, como descrevem Silva (2018b) e Kimura et al. (2013) e o contato com o ambiente já é uma forma de contaminação, logo após os cabelos terem sido lavados, o que vale para qualquer parte do corpo e superfícies, em geral.

A intenção da realização desta prática foi, além de visualizar o surgimento das colônias que indicavam o crescimento dos microrganismos a olho nu, verificar como as práticas poderiam contribuir para a aprendizagem significativa, e engajar os alunos em um trabalho colaborativo. Para isso, foi planejada uma aula com materiais que seriam potencialmente significativos (amostras coletadas da mucosa bucal, do cabelo, etc) (MOREIRA, 2010) para os estudantes que estão em zonas de desenvolvimento de aprendizagem (FINO, 2001).

4.5 Avaliação da aprendizagem: elaboração dos mapas conceituais colaborativos

A elaboração do MCC serviu como instrumento de avaliação final da aprendizagem (DE AGUIAR; CORREIA, 2013), tendo como pergunta focal: como podemos diferenciar bactérias e fungos? Sua análise seguiu os mesmos parâmetros adotados na avaliação do MC individual, com critérios pré-estabelecidos por rubricas apresentadas no quadro 5, seção 3.6, e pela Taxonomia Topológica de Cañas et al. (2006), apresentada no quadro 1, seção 2.1.

Nesta etapa, todos os alunos das turmas A (n = 17) e B (n = 13) participaram, seguindo as orientações dadas em sala. A atividade consistiu na elaboração do MCC sobre todos os temas abordados nas aulas anteriores, ou seja, Reino Monera, o Reino Fungi, microrganismos da Amazônia e as práticas experimentais. Na turma A, foram formados 3 grupos e, na turma B, apenas 2 grupos.

A implementação da aula 5, sobre a avaliação da aprendizagem colaborativa compreendeu uma carga horária de 1h50min. em cada uma das turmas, distribuídas conforme o planejamento da proposta apresentado no (APÊNDICE E).

Inicialmente, os alunos foram organizados em três grupos na turma A, e em dois grupos na turma B. Durante a divisão dos grupos, o pesquisador pediu para que os alunos A5, A6 e A12 ficassem em grupos diferentes da turma A, assim como os alunos A1 e A2, em grupos diferentes da turma B, pois, devido ao desempenho que esses alunos tiveram nos MCs iniciais, percebemos que poderiam dar melhor contribuição aos colegas durante a aplicação da aprendizagem colaborativa se estivessem em grupos diversos. Isso o melhorou desenvolvimento da atividade, tendo em vista que um ou mais alunos com melhor domínio do conteúdo puderam auxiliar os demais na resolução de problemas, na negociação de informações e na iteratividade, desta maneira colaborando coletivamente (DE AGUIAR; CORREIA, 2013; TORRES, ALCANTARA; IRALA, 2004; TORRES, et al., 2014). A figura 13 mostra os estudantes durante a elaboração dos MCCs.

Figura 13. Elaboração dos mapas conceituais colaborativos. 1. Turma A; 2. Turma B.



Fonte: Souza (2019).

Com os grupos formados, iniciamos um breve diálogo sobre o percurso que realizamos até chegar nesta atividade, relembramos da oficina sobre MCCs, das aulas dialogadas sobre bactérias e fungos e sua diversidade na Amazônia, e da aula prática experimental sobre ubiquidade microbiana.

Na tabela 3, podemos verificar o desempenho dos estudantes das turmas A e B, com relação ao MCC. Foram elaborados cinco MCCs no total, correspondentes aos grupos nomeados G1, G2 e G3, da turma A, e G4 e G5, da turma B.

Tabela 3. Desempenho dos estudantes na elaboração dos mapas conceituais em nível de critérios e topologia.

Nº	Rubrica	Níveis de desempenho			Taxonomia Topológica
Mapa	Níveis alcançados por Critério	Média por Nível	Média Final	Qualidade por Média	Nível Topológico
Turma A					
G1	4+2+4+3 = 13/4	3.25	8.1	Muito Bom	Nível 5
G2	2+2+2+3 = 11/4	2.25	5.7	Bom	Nível 5
G3	3+4+4+4 = 15/4	3.75	9.3	Muito Bom	Nível 4
Turma B					
G4	3+4+4+3 = 13/4	3.50	8.3	Muito Bom	Nível 4
G5	2+2+2+1 = 7/4	1.75	4.3	Básico	Nível 3

Fonte: Elaboração própria

Ao analisarmos separadamente os MCs elaborados pela turma A, verificamos que eles apresentam características distintas, como por exemplo, o mapa G1 (figura 14), alcançou o maior nível no que se refere ao “Reino Monera”, onde descreve características importantes das bactérias, como, classificação, reprodução, nutrição, e exemplos de seres pertencentes a este reino. Todavia ao descrever o “Reino Fungi”, pouco tratou de sua complexidade, focando apenas em sua morfologia, e não alcançando o mesmo nível de desempenho.

Quanto ao critério “microbiologia na Amazônia”, observamos que de maneira criativa tal mapa buscou exemplificar ambos os microrganismos, contextualizando-os com exemplos amazônicos, como ao citar doenças bacterianas, destacaram principalmente a cólera e a leptospirose, patologias de ocorrência comum na região, e que foram citadas durante a aula dialogada sobre o Reino Monera.

Ao descreverem onde os fungos podem ser encontrados, os alunos citaram, por exemplo, a sua associação com frutos nativos da Amazônia para produção de corantes naturais, exemplos também citados na aula sobre fungos. As citações referentes à Amazônia, identificadas neste mapa, corroboram com os resultados dos trabalhos de Santos (2002) Frota (2016) e Da Paz e Leão (2018), que relatam que as aulas dialogadas, com a exposição de novos conceitos e a participação ativa dos alunos, os estimulam para obtenção e assimilação de novos conhecimentos com base nos que eles possuem, desta forma,

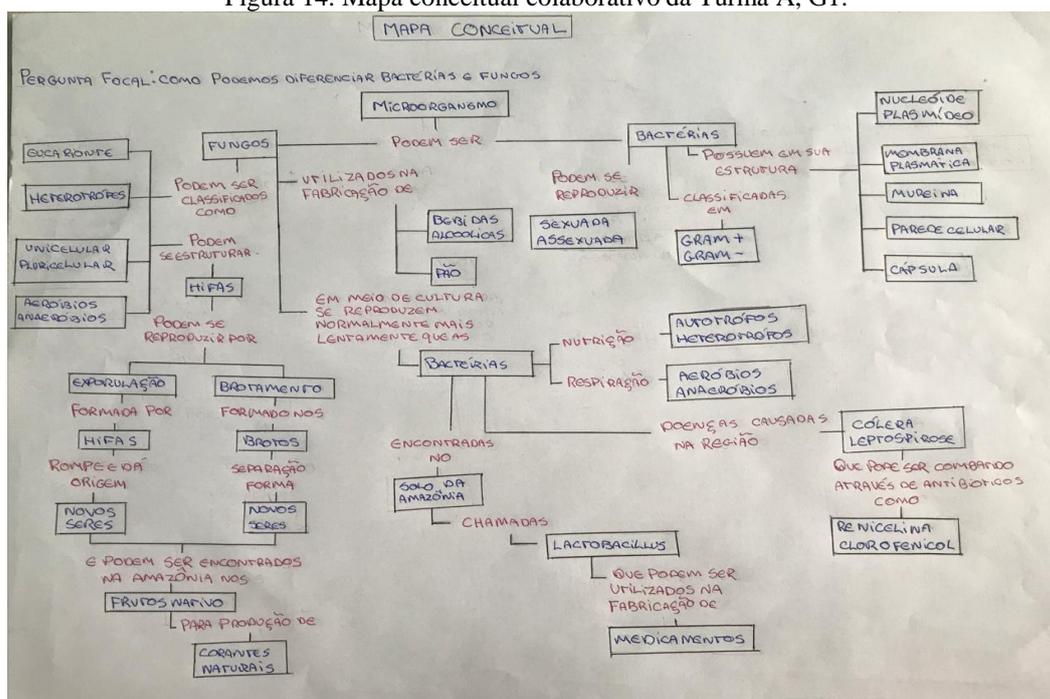
organizando-os em sua estrutura cognitiva, e os expondo durante uma avaliação como a elaboração de um MC, neste caso.

Quanto ao critério “prática experimental”, observamos que o mapa se referiu aos fungos como seres que se reproduzem mais lentamente que as bactérias. Tal afirmação deveu-se às suas observações diárias nas placas inoculadas no laboratório, pois nas placas deste grupo, os fungos formaram colônias visíveis após as bactérias, demonstrando assim que durante a prática experimental os alunos puderam criar as suas próprias teorias de maneira autônoma, com base na observação, habilidade importante que deve ser trabalhada durante o processo formativo (GOUVEIA, 2013; MORESCO, 2017; BRASIL, 2017; SILVA, 2018a).

Ao analisarmos topologicamente o mapa G1, observamos que ele alcançou o nível 5, sendo este um bom nível segundo a taxonomia, pois apresenta características interessantes como, ramificação alta, e aprofundamento dos conceitos que foram explicitados através da hierarquia.

Identificamos também a presença de uma ligação cruzada, ou *cross-link* (NOVAK e CAÑAS, 2004), na parte inferior do mapa, ao destacarem como os fungos podem se reproduzir. Isso demonstra uma boa compreensão estrutural do MC, tendo em vista que mapas com tal característica demonstram um pensamento criativo do mapeador durante a elaboração (NOVAK; CAÑAS, 2004; NOVAK, 2010; MORAES, 2011).

Figura 14. Mapa conceitual colaborativo da Turma A, G1.



Fonte: Souza (2019)

O mapa colaborativo produzido pelo grupo G2, foi avaliado com média final, 5.7, com qualidade de desempenho “bom”. Observamos na figura 15, que este mapa tratou superficialmente das questões referentes ao “Reino Monera e Fungi”, dando ênfase somente à questão de classificação e estrutura em nível celular, ainda de maneira superficial e incompleta.

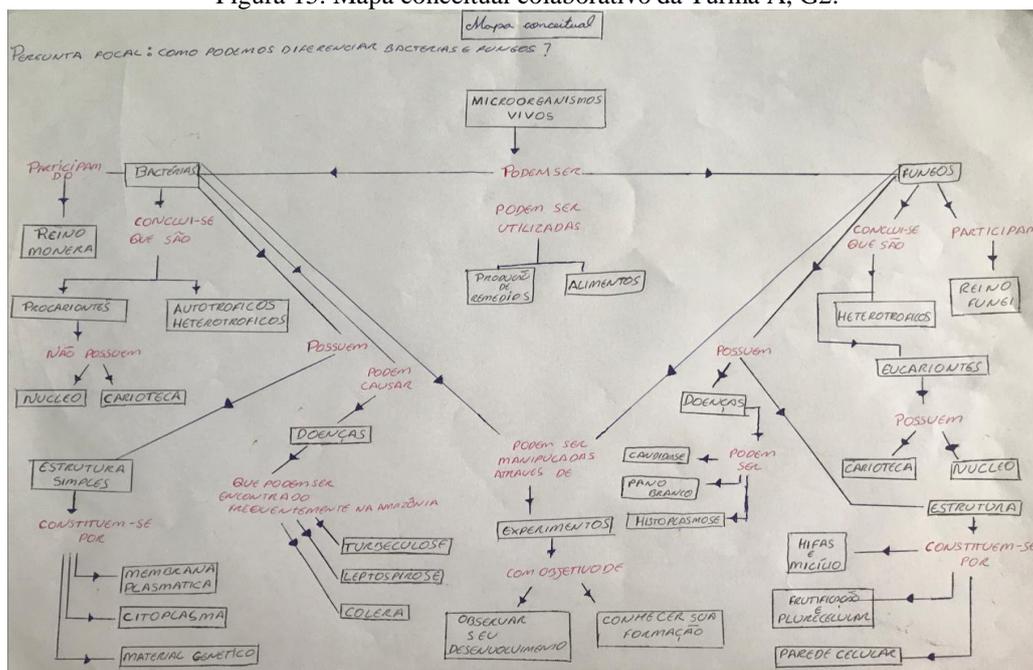
No critério “microbiologia na Amazônia”, observou-se a presença de exemplos de doenças que fazem referência somente às bactérias, mencionando as patologias que foram citadas na aula sobre o Reino Monera, como tuberculose, leptospirose e cólera, havendo a ausência de exemplos e/ou menções que remetessem aos fungos na região.

Já sobre as “práticas experimentais”, os estudantes deste grupo conseguiram, de maneira articulada, mencionar que ambos os tipos de microrganismos podem ser manipulados através de experimentos, com a finalidade de observar o seu desenvolvimento e conhecer a sua estrutura, objetivos mencionados no início da aula prática. Sendo assim, demonstraram que os objetivos da aprendizagem ficaram explícitos para os discentes (FERRAZ; BELHOT, 2010; FARIAS; MARTINS; CRISTO, 2015).

Topologicamente, tal mapa foi classificado como nível 5. Mesmo não apresentando informações mais amplas em termos de conteúdo, o mapa mostrou uma complexidade estrutural interessante, com apenas uma ausência da conexão de uma frase de ligação à uma proposição. Deduzimos que tal equívoco pode ter ocorrido por falta de atenção dos estudantes, e que apesar da ausência, houve sentido semântico, sendo esta uma característica que deve ser considerada durante a reconciliação integrativa dos conceitos expostos num mapa (AUSUBEL, 2013; MOREIRA, 2010; NOVAK, 2010), pois, adicionaram a seguinte frase de ligação: *podem ser utilizados = produção de remédios + alimentos*.

Percebemos que tal colocação referiu-se aos dois tipos de microrganismos, fungos e bactérias, pois ambos são utilizados nesses dois segmentos, fármacos e alimentos. Outro fator que nos fez considerar a colocação, foi que na taxonomia topológica não há a descrição do que ocorre quando há ausência de proposições conectada às frases de ligação.

Figura 15. Mapa conceitual colaborativo da Turma A, G2.



Fonte: Souza (2019)

Entre os mapas produzidos pela turma A, o G3 (figura 16) se destacou com maior média, inclusive entre as duas turmas avaliadas, sendo 9,3, designado com qualidade “muito bom”. Tal média deveu-se à estruturação sistemática dos conceitos pré-estabelecidos nos critérios (rubricas).

Durante a descrição sobre “Reino Monera”, além de mencionar os seres pertencentes a este reino, descreveu características morfológicas importantes, destacando a relevância de tais organismos para a produção de alimentos, revelando assim o entendimento mais abrangente do conteúdo.

Observamos que durante a descrição sobre os fungos, tal mapa foi se aprofundando dos conceitos mais gerais “raiz” (DE AGUIAR; CORREIRA, 2013; NOVAK, 2004, 2010) como, por exemplo, citando-os como seres eucariontes, até chegar a conceitos mais específicos, destacando que são seres heterotróficos, uni e pluricelulares, que fazem reserva de glicogênio, e atuam como decompositores.

De maneira criativa tal mapa foi contextualizando a Amazônia e a microbiologia, destacando que bactérias podem ser encontradas em raízes de plantas amazônicas, e que são utilizadas nas indústrias farmacêuticas para a produção de antibióticos, citando inclusive, as doenças frequentes na região, que haviam sido citadas nas aulas.

Outro habitat descrito pelos estudantes neste mapa foi o dos fungos, citando a presença desses organismos em frutos nativos da Amazônia, como a pupunha, tucumã e

buriti, que são usados na produção de pigmentos naturais em setores alimentícios, farmacêuticos e cosméticos. A sistematização das informações revelou que a associação da microbiologia contextualizada na Amazônia foi realizada de maneira criativa pelos estudantes do grupo G3.

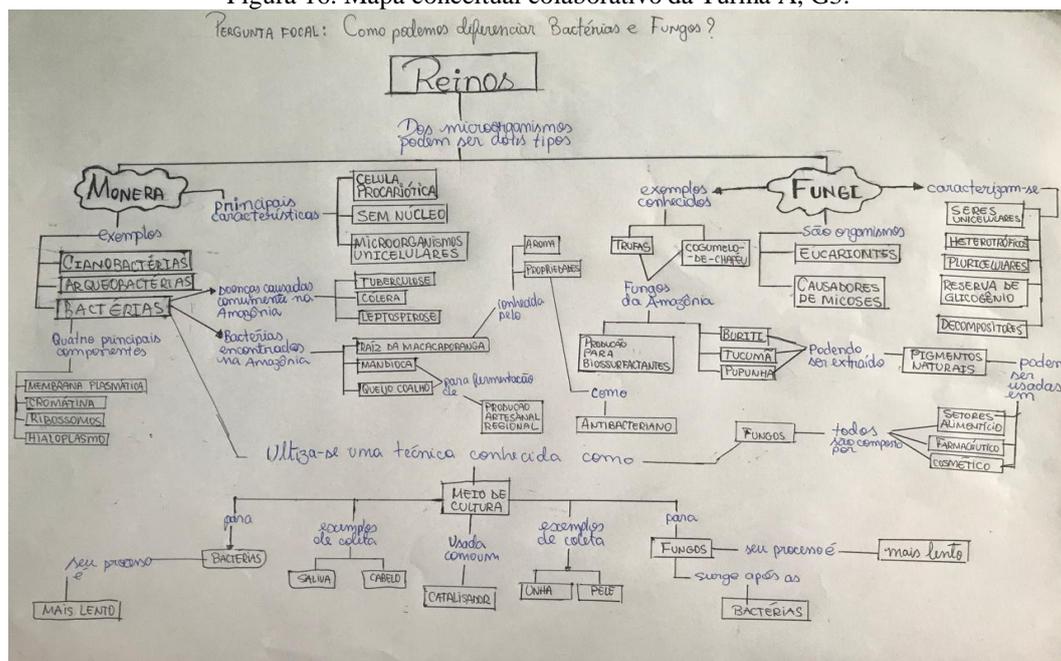
Desta maneira, percebemos a possível associação dos conceitos que já sabiam durante a construção do MC individual, sobre questões mais básicas sobre células, e utilizaram como ancoragem para aprofundarem o conhecimento que foi adquirido durante as aulas dialogadas, transpondo assim, para o mapa, exemplos que foram aprendidos (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2010).

Quanto às práticas experimentais, o mapa citou os locais onde podem ser realizadas as coletas. Na descrição da prática no MC, o grupo citou inclusive, que o meio de cultura é uma “técnica que serve como um catalizador”. Não é uma interpretação totalmente apropriada, mas indica que eles compreenderam que o meio de cultura é utilizado para fazer crescer os microrganismos. Citam também que fungos crescem após bactérias, teoria levantada por eles.

Na topologia, o mapa G3 foi avaliado como nível 4, sendo um mapa que apresenta características como: sem explicações longas, e com ramificações altas e que se aprofunda nos níveis hierárquicos, ou seja, possuem conceitos cada vez mais específicos do conteúdo proposto na pergunta focal.

Apesar do mapa G3 apresentar características interessantes no que se refere ao conteúdo e estrutura, foi possível verificar em vários setores deste mapa, a ausência de elementos semânticos e sintáticos, que acabou levando a uma produção que transmite uma mensagem incompleta e que, muitas vezes, não foi capaz de produzir uma mensagem com precisão ou com continuidade textual (NOVAK, 2002; DE AGUIAR; CORREIA, 2013), revelando a ausência da revisão contínua, etapa importante na finalização do MC.

Figura 16. Mapa conceitual colaborativo da Turma A, G3.



Fonte: Souza (2019).

Os resultados da avaliação final na turma A, mostram que, apesar dos grupos terem alcançado médias diferentes, os mapas apresentam características semelhantes, quanto aos pressupostos da aprendizagem significativa.

Como por exemplo, para diferenciarem morfologicamente bactérias de fungos, utilizaram informações que eles possuíam previamente como ancoragem (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2010; 2006) para citarem novos conceitos e informações mais específicas de ambos os seres, desta maneira revelando uma potencial aprendizagem, havendo o estabelecimento das relações não arbitrárias e não literais entre seus conhecimentos prévios, e a nova informação adquirida durante as aulas dialogadas.

Podemos identificar isso nos três mapas produzidos, pois citam características mais básicas sobre bactérias e fungos que foram identificadas também nos MCs individuais, e, que durante a elaboração dos MCCs, utilizaram de forma mais sofisticada, apoiando esses conceitos em novos significados. Por exemplo, o G1 destaca características estruturais mais aprofundadas como, “bactérias possuem em sua estrutura a mureína, e são classificadas como Gram+ e Gram-, fungos são aeróbios e anaeróbios e podem se estruturar em hifas”.

O G2 e G3, além de demonstrarem a apreensão de novas informações sobre a morfologia de fungos e bactérias, mencionam doenças bacterianas citadas por eles no início da aula sobre o Reino Monera, através dos conhecimentos prévios registrados nas etiquetas adesivas. Lá, citaram a palavra “rato” de forma não esclarecida, mas tal palavra foi utilizada para a abordagem da leptospirose, doença citada por ambos os mapas para exemplificar

patologias comuns na região, desta maneira, fazendo sentido o estabelecimento de uma nova informação, transformando tal conhecimento em algo mais organizado e estruturado.

Observamos que, implícita e explicitamente, diversas proposições foram organizadas nos três mapas, com base nos conhecimentos prévios, ou seja, ideias e conceitos que eram mais gerais e abrangentes foram desdobrados em outros conceitos, introduzindo novos significados em níveis hierárquicos mais específicos, e foram organizados durante a elaboração dos mapas (AUSUBEL, 2000; MAYER, 2002; NOVAK, 2010).

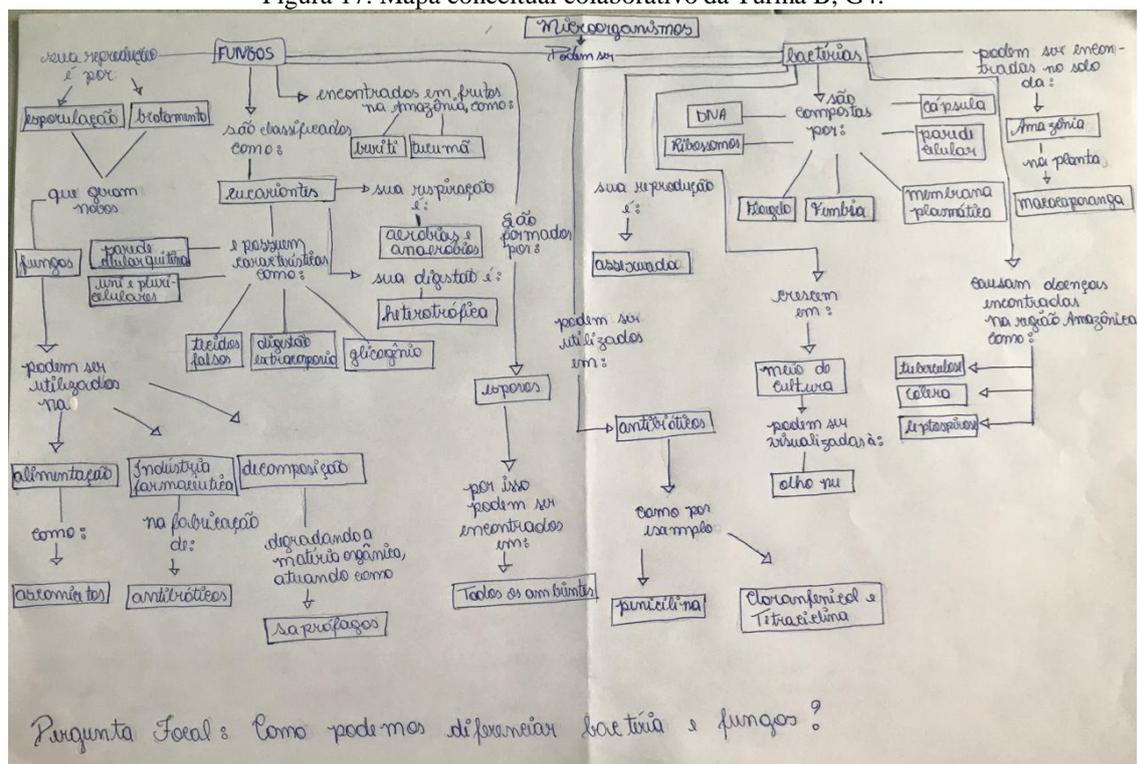
Na turma B, foram produzidos dois MCCs colaborativos. O mapa G4 (figura 17) alcançou 8,5 de média, com qualidade de desempenho “muito bom”. Durante a descrição dos “Reinos Monera e Fungi” o grupo preocupou-se com a explanação morfológica, destacando quais os principais componentes celulares de bactérias e fungos.

Mas, destacamos aqui, alguns elementos importantes citados durante a descrição sobre fungos, como, as menções referentes à utilização dos Ascomicetos na alimentação, o uso dos fungos na fabricação de antibióticos, a atuação dos saprófagos na decomposição da matéria orgânica. A inclusão dessas informações no MC, demonstram um aprofundamento do conhecimento sobre este reino, tendo em vista que, segundo De Aguiar e Correia (2013), quanto mais distante da pergunta focal os conceitos estiverem, e de maneira coerente, maior a compreensão do aprendente.

Para contextualizar a “microbiologia na Amazônia”, os alunos destacaram, assim como os demais grupos, as patologias bacterianas comuns da região, e a presença de fungos e bactérias em algumas espécies vegetais que podem ser utilizadas nos setores de alimentos e farmacêutico. No critério práticas experimentais, destacaram que o meio de cultura serviu para ver as bactérias a olho nu. Percebemos que eles citaram os fungos como seres esporulados, neste sentido são organismos encontrados em todos os ambientes, assunto debatido com eles durante a aplicação da aula experimental.

Conforme a topologia, o mapa G4 da turma B, foi avaliado com o nível 5, tendo apresentado características interessantes como, níveis de aprofundamento de conceitos, alta ramificação em vários setores, presença de uma ligação cruzada que, visivelmente levou a *insights* criativos do mapeador (NOVAK, 2010) ao destacar a questão sobre a reprodução dos fungos.

Figura 17. Mapa conceitual colaborativo da Turma B, G4.



Fonte: Souza (2019)

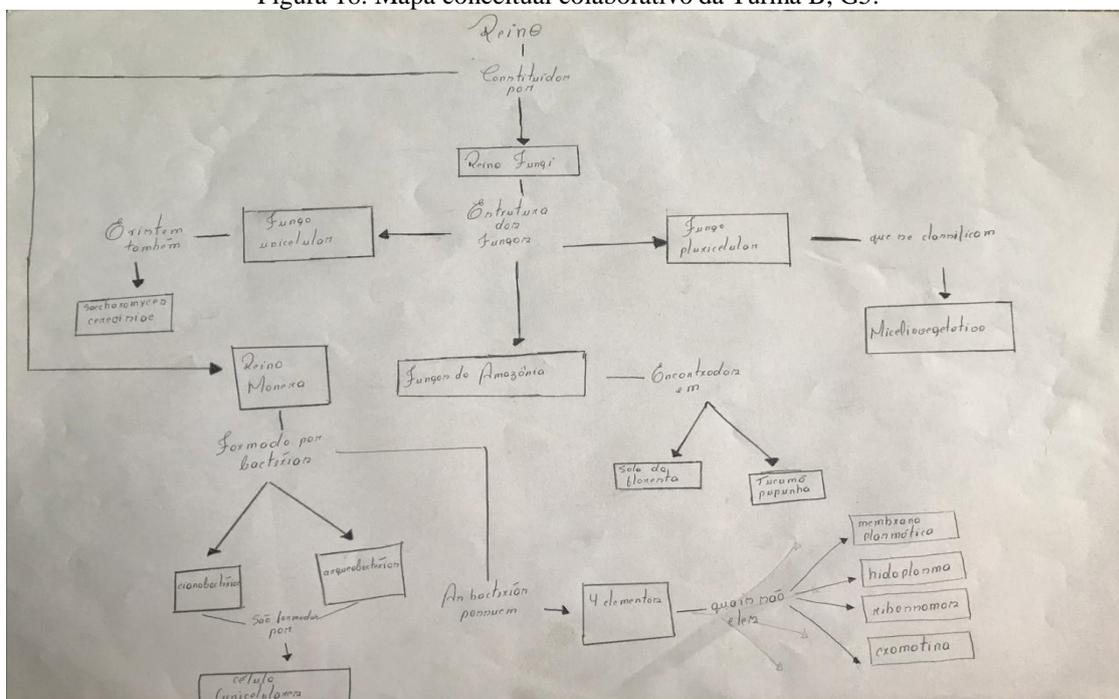
O segundo mapa elaborado pela turma B, foi o G5 (figura 18), com média final, 4,3, e desempenho “básico”. Foi um mapa que apresentou baixos níveis de desempenho em todos os critérios pré-estabelecidos. A descrição, tanto dos fungos como das bactérias, foi realizada de maneira superficial, citando apenas algumas estruturas básicas das células procarióticas e eucarióticas, revelando assim, pouco entendimento sobre o conteúdo mais específico de ambos os Reinos.

Durante a análise, observamos que foi citado apenas um tipo de microorganismo para contextualizar a Amazônia, destacando a presença de fungos no solo da floresta e na vegetação. O mapa também não mencionou as práticas experimentais realizadas durante a sequência didática, sendo avaliado neste critério com o menor nível.

As informações contidas no MCC G5 mostram que o grupo elaborou o seu mapa com base em seus conhecimentos prévios identificados durante a elaboração dos MCs individuais, mas, demonstrou pouco avanço na aquisição de novos conhecimentos. A ramificação média e os poucos níveis de aprofundamento dos conceitos também corroboram com a hipótese de que pouca informação nova foi apreendida pelos integrantes do grupo (NOVAK 2002; CAÑAS et al., 2006; DE AGUIAR; CORREIA, 2013) durante as aulas.

Apesar de apresentar características básicas no que se refere ao conteúdo proposto na pergunta focal, topologicamente o mapa se mostrou sistemático na sua estrutura, inclusive, em um de seus setores, é possível observar uma ligação cruzada, aspecto que demonstra um bom conhecimento e criatividade na elaboração, mas, por possuir baixa ramificação, foi avaliado no nível 3 da taxonomia.

Figura 18. Mapa conceitual colaborativo da Turma B, G5.



Fonte: Souza (2019).

Os resultados da avaliação final dos mapas colaborativos produzidos pela turma B mostram que houve diferenças significativas no que tange à aquisição de conhecimentos demonstrados através da análise.

O mapa G4 além de possuir a complexidade estrutural, com boa avaliação topológica, abordou de forma articulada todos os conteúdos propostos durante a sequência didática, destacando elementos que foram citados durante o levantamento dos conhecimentos prévios, como as estruturas básicas das células.

Tais elementos básicos foram intencionalmente criando significados mais complexos do que os expostos no mapa inicial e/ou etiquetas, por exemplo. No mapa colaborativo, observamos a descrição mais detalhada da morfologia dos fungos, destacando que são seres que possuem características como: parede de quitina, tecidos falsos, digestão extracorpórea, glicogênio e outros. Na aprendizagem significativa essa transformação causada pela nova informação é conhecida como abliteração, sendo essa uma maneira eficaz de reter novas informações na estrutura cognitiva e transpô-las para

uma avaliação ou para contextos diferentes (AUSUBEL, 2000; MAYER, 2002; MOREIRA, 2006; NOVAK, 2010).

Já o Mapa G5 trouxe poucos resultados no que se refere aos conteúdos propostos na sequência didática. Como no geral, apenas um grupo demonstrou baixo rendimento nos critérios estabelecidos na rubrica, levantamos algumas possíveis hipóteses. A primeira é relacionada com um dos requisitos básicos para se aprender, que é destacado na teoria Ausubeliana, que descreve a necessidade do aprendiz apresentar uma motivação prévia (MOREIRA, 2012; 2013). Segundo observado pelo pesquisador, este grupo não apresentou tanto interesse como os demais, sendo esse um ponto negativo durante o processo avaliativo, pois teve interferência direta nos resultados.

Outra questão a ser levantada, é que esse grupo foi formado apenas por alunos que possuíam a qualidade de desempenho bom ou básico, com médias entre 2,5 a 6,2, mais precisamente, pois nesta turma apenas um foi avaliado com qualidade de desempenho muito bom, nos MCs individuais produzidos no início desta sequência.

Salientamos que este mapa também pode não ter sido submetido à revisão contínua, etapa essencial durante a elaboração de um MC. Essa revisão poderia ter contribuído com mudanças significativas na estrutura e no conteúdo do mapa G5, tendo em vista que um MC nunca está pronto (DE AGUIAR; CORREIA, 2013), pois, o aprendizado é um processo permanente que leva a mudanças nas relações entre os conceitos, e que durante a revisão de um mapa a possibilidade de mudanças estruturais e no conteúdo pode ser contínua, tanto para o mapeador, quanto para o avaliador e/ou especialista.

Como maneira de socializar os resultados finais com os alunos, realizamos a exposição de todos os mapas produzidos pelas turmas A e B, como mostra a figura 19.

A socialização final consistiu em uma conversa formal com os alunos sobre as atividades realizadas anteriormente, bem como na apresentação dos (MCCs) elaborados por eles. Nessa aula, os MCCs finais foram projetados com o auxílio do retroprojeter, e foi feita a correção a partir da discussão sobre as inconsistências encontradas nos mapas.

Nesta aula, também realizamos uma conversa sobre o que os alunos acharam das atividades realizadas, bem como as práticas de construção dos mapas e as práticas experimentais feitas no laboratório.

Figura 19. Socialização final.



Fonte: Souza (2019).

Nesta atividade, com o auxílio do projetor fizemos alguns ajustes de proposições que apresentavam problemas na clareza semântica, ou seja, aqueles que não possuíam uma mensagem compreensível para o leitor. Na oportunidade, destacamos a importância de alguns conceitos essenciais de microbiologia que estavam presentes em alguns mapas e ausentes em outros.

Ainda nesta conversa, como forma de entender quais foram as impressões dos alunos quanto à aplicação das atividades durante a sequência didática, dialogamos sobre todo o percurso realizado durante a pesquisa aplicada.

Alguns relataram que as atividades foram válidas, pois, não era comum a realização de práticas de cunho experimental no laboratório, principalmente na disciplina de biologia, e que o contato com a experimentação criou novas possibilidades de aprender por meio da prática, e que visualizar os microrganismos em placas de Petri foi algo nunca feito anteriormente na escola.

Outros ainda, relataram que utilizar os mapas conceituais foi uma forma de facilitar a aprendizagem, pois durante a elaboração do mapa eles podem adicionar somente o que é necessário de um determinado conteúdo. Além disso, as informações ficam de maneira organizada, podendo-se utilizar os mapas para revisar os conteúdos, não somente na disciplina de biologia, mas em todas as disciplinas.

É importante relatar que o pesquisador não era professor titular de biologia das turmas participantes. Este é um ponto relevante, pois, inicialmente os alunos perguntavam

se a atividade que estava sendo aplicada valia alguma média bimestral, ou nota parcial. Como não valia, pôde-se perceber inclusive, que isto pode ter sido o motivo pelo qual, alguns alunos demonstraram pouco interesse pelas atividades.

Tentar motivá-los a participarem da pesquisa, mesmo não valendo alguma média bimestral, não foi algo fácil, o pesquisador teve que relatar a importância dos conteúdos de microbiologia para a vida dos alunos e seu cotidiano, e que os conhecimentos que seriam potencialmente adquiridos durante aulas dialogadas e prática laboratorial seriam muito importantes para a sua formação integral, e que os conteúdos de microbiologia estão entre os mais frequentes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), sendo de interesse para os alunos do 3º ano. Com esses argumentos e a subsequente realização das atividades propostas, percebeu-se que a resistência inicial à participação pôde ser contornada, o que é demonstrado através dos resultados obtidos na análise dos mapas colaborativos desenvolvidos por eles no final da sequência didática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve como objetivo geral elaborar uma estratégia de ensino de microbiologia baseada na microbiota amazônica, apresentando uma sequência didática fundamentada nos pressupostos da aprendizagem significativa. Durante o desenvolvimento, desde o planejamento até a aplicação da sequência didática, buscou-se incluir os conteúdos contextualizados na Amazônia no sentido de permitir aos alunos a aproximação e o conhecimento potencialmente significativo de muitas questões que envolvem a microbiologia no contexto mais próximo de suas realidades, ou seja, do local onde vivem.

A sequência didática consistiu na aplicação de uma oficina sobre MCs, duas aulas dialogadas sobre os Reinos Monera e Fungi e sua diversidade microbológica na Amazônia, uma prática experimental sobre ubiquidade microbiana, a verificação da aprendizagem por meio da elaboração de Mapas Conceituais Colaborativos, e a socialização dos resultados. Tendo em vista que a intenção de ensinar a microbiologia geral a partir de exemplos regionais trouxe resultados claros, demonstrados nos MCs produzidos pelos estudantes no final da sequência didática, e que, em sua estrutura conceitual havia muitas proposições/frases de ligação relacionadas à Amazônia, ancorados às suas experiências e aos seus conhecimentos prévios identificados no início das aulas dialogadas, podemos considerar que o objetivo principal foi alcançado. Ficaram evidentes as contribuições da sequência proposta neste estudo para a aprendizagem significativa dos conteúdos de microbiologia.

Quanto ao uso de organizadores prévios e MCs individuais e colaborativos como instrumentos diagnóstico e avaliativo, foi possível observar suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes de maneira sistematizada, visto que além das questões estruturais avaliadas, observamos a aquisição de novos conhecimentos através da complexidade de informações organizadas de maneira hierárquica e das conexões expostas nos mapas conceituais finais (colaborativos), que nos apontam ter havido alguma contribuição significativa durante o processo de aprendizagem.

Salientamos aqui, a relevância da utilização das práticas experimentais durante as aulas de microbiologia, pois elas favoreceram aos estudantes o contato direto com os microrganismos que foram abordados de maneira teórica em sala de aula, e tais práticas oportunizaram aos alunos um olhar novo para esse ramo da biologia, pois a visualização dos microrganismos despertou o entusiasmo e o comprometimento com seus experimentos,

desta maneira desenvolvendo habilidades importantes, como a autonomia, a responsabilidade, e o trabalho colaborativo, dentre outros.

Portanto, como principais contribuições dessa pesquisa, podemos destacar a elaboração de uma estratégia de ensino com materiais e recursos instrucionais potencialmente significativos que contribuíram para aprendizagem dos alunos acerca da microbiologia a partir dos exemplos amazônicos, aproximando ainda mais esses indivíduos do local onde vivem.

Todavia, muitos desafios ainda são encontrados para se aplicar uma sequência didática como a apresentada nesta pesquisa. Dentre eles, a disposição do corpo docente na aplicação de novas formas avaliativas como os MCs, pois, eles fogem das formas de avaliações tradicionais aplicadas, principalmente, na educação básica, ou até mesmo a aplicação de uma prática experimental, tendo em vista a logística e o espaço/tempo que as mesmas precisam para serem executadas.

Destacamos que, mais do que o incentivo às novas práticas docentes, o sistema educacional precisa fomentar de forma concreta a infraestrutura física e de recursos humanos nas escolas da educação básica, a fim de tornar praticáveis e corriqueiras as aulas experimentais que incentivam e cativam os estudantes. Deixamos aqui a importância e as contribuições que tanto as práticas experimentais como os MCs como formas avaliativas podem ocasionar para formação dos estudantes, e mesmo que seja um trabalho desafiador o seu uso e que fujam da rotina trivial, são necessários para o desenvolvimento da educação nos dias de hoje.

REFERÊNCIAS

- ABINADER, E. O; PEREIRA, M. L. GARNELO. Percepções sobre leptospirose entre trabalhadores da limpeza urbana de Manaus-AM. **Amazônia**, p. 13. 2017.
- ALBUQUERQUE, G. G; da S. BRAGA, R. P; GOMES, Vinicius. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, 2012.
- ALMEIDA, M. de F. O. **Estudos químicos e biológicos de fungos endófitos de *Gustavia sp.*** 2014. 195 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.
- ARANHA, C. P. M. **Microencapsulação por gelificação iônica e interação eletrostática do corante de buriti (*Mauritia flexuosa L. f.*)**. 2015. 116 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São Paulo, 2015.
- ARAÚJO, A. M. T; MENEZES, C. S. de; CURY, D. Apoio Automatizado à Avaliação da Aprendizagem Utilizando Mapas Conceituais. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, [S.l.], p. 287-296, nov. 2003. ISSN 2316-6533. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/259>>. Acesso em: 06 abr. 2020.
- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.
- AUSUBEL, D. P. The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional** (E. Nick, HBC Rodrigues, L. Peotta, MA Fontes, & MGR Maron, Trad.). 1980.
- AUSUBEL, David P. A aprendizagem significativa. **São Paulo: Moraes**, 1982.
- 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, 2014.
- BANHOS, F. E; SOUZA, L. Q. A. ANDRADE; C. J. SOUZA; A. D. L. KOOLEN; H. H. F. ALBUQUERQUE; P. M. Endophytic fungi from *Myrcia guianensis* at the Brazilian Amazon: Distribution and bioactivity. **Brazilian Journal of Microbiology**. 2014.
- _____**BRASIL**. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017.
- _____**BRASIL**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000.
- BARBOSA, F. H. F.; BARBOSA, L. P. J. de L.. Alternativas Metodológicas em Microbiologia: viabilizando atividades práticas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 10, n. 2 – 2º semestre 2010.

BARROSO, C. B.; OLIVEIRA, L. A. Ocorrências de bactérias solubilizadoras de fosfato de cálcio nas raízes de plantas na Amazônia Brasileira. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 25, n. 3, p. 575-581, 2001.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Editora Vozes Limitada, 2017.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BEZERRA, H. **A contextualização de conhecimento no ensino de microbiologia com base na aprendizagem significativa**. 2016. 64 f. Dissertação (Mestrado em educação Agrícola) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2016.

BROOKHART, S. M. **How to creat and use rubrics for formative assessment and grading**. Alexandria, VA: ASCD, 2013.

BRUM, W. P. O tema bactéria no ensino fundamental: concepções alternativas dos estudantes sobre as implicações na saúde humana. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 4, n. 3, p. 1-12, 2014.

BRUXEL, J. **Atividades Experimentais no Ensino de Química: Pesquisa e Construção conceitual**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 07 dez. 2013.

CALDEIRA, A. M. A. A relação pensamento e linguagem: formação de conceitos científicos em ciências naturais. **In**: CALDEIRA, A.M.A; ARAUJO, E.S.N.N. (Org.). *Introdução à didática da biologia*. São Paulo: Editora: Escrituras, 2009.

CAÑAS, A. J. et al. Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. **In**: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. (Eds.). *Concept Maps: Theory, methodology, technology*. Proceedings of the second international conference on concept mapping, San José: Universidad da Costa Rica, v. 1, p. 153-161. 2006.

CARVALHO M. S; LIMA L. D; COELI C. M. Ciência em tempos de pandemia. **Caderno de Saúde Pública**. 2020.

CASTRO, D. P. **Caracterização do potencial de degradação de um isolado bacteriano oriundo da região Amazônica**. 2015. 154 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

CATANI, A; CARVALHO. SANTOS F. S; AGUILAR J. B. V; SALLES J. V; OLIVEIRA, M.M. A; CAMPOS S. H. A; CHACON V; **Biologia**. Ed. SM, São Paulo, 2017.

CHAVERRI. P; GAZIS. R. **Diversity of fungal endophytes in leaves and stems of wild rubber trees (*Hevea brasiliensis*)**. **In** Peru. *ScienceDirect*. 2010.

CHEN, J; SEVIOUR, R. Medicinal importance of fungal β -(1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 6)-glucans. **Mycological Research**, v. 111, n. 6, p. 635-652, 2007.

CONTI, R; GUIMARÃES, D. O; PUPO, M. T. Aprendendo com as interações da natureza: microrganismos simbiotes como fontes de produtos naturais bioativos. **Ciência e Cultura**, v. 64, n. 3, p. 43-47, 2012.

CORDEIRO, T. G. P; MACEDO, H. W.. Amebíase. **Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology**, v. 36, n. 2, p. 119-128, 2007.

CORREIA, P. R. M; SILVA. A. C; JUNIOR. J. G. R. Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, p. 4402-1-4402-8, 2010.

DA CUNHA, M. B. O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. **Varia Scientia**, v. 6, n. 12, p. 121-134, 2006.

DA PAZ, I. D; LEÃO, M. F. O uso de estratégias de ensino diferenciadas para promover aprendizagens significativas em aulas de química. **Revista Educação-UNG-Ser**, v. 13, n. 1, p. 45-58, 2018.

DE AGUIAR, J. G; CORREIA, P. R. M.. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.

DE OLIVEIRA COHEN, K. et al. Contaminantes microbiológicos em polpas de açaí comercializadas na cidade de Belém-PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, n. 2, 2011.

DO PRADO, I. A. de C.; TEODORO, G. R.; KHOURI, S. Metodologia de ensino de Microbiologia para Ensino fundamental e médio. In: VIII Encontro Latino Americano de iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós-graduação- Universidade do Vale do Paraíba. 2004, Paraíba. **Anais...** Paraíba: UVP, 2004. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC2-11.pdf>. Acesso em 07 Abri. 2020.

DOS SANTOS, A. et al. PROJETO MANALI-MANIPULAÇÃO DE ALIMENTOS. **Caderno de Artigos 2009**, v. 30130, p. 86. 2009.

ESCHER, S. K. S. **Bioprospecção de actinobactérias isoladas da rizosfera de Aniba parviflora Syn fragans (Macacaporanga) da Amazônia e avaliação da atividade antimicrobiana**. 2016. 197 f. Tese (Doutorando em Ciências Farmacêuticas)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

FARIAS, P. A. M. de; MARTIN, A. L. de A. R; CRISTO, C. S. Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percurso Histórico e Aplicações. **Revista brasileira de educação médica**, Rio de Janeiro , v. 39, n. 1, p. 143-150, Mar. 2015 .

FERMIN A.S., KLEHM K.G., SOUZA E.O., LIMA C.R.T., SILVA C.M.A. Presença de coliformes em hambúrguer caseiro comercializado em food truck na cidade de Manaus-AM. **Diversidade microbiana da Amazônia**. Vol. 2/ Editor L. A. Oliveira... Manaus: Editora INPA, 2017.

FERNANDES, E. David Ausubel e a aprendizagem significativa. **Nova escola**, n. 248, 2011.

FERRAZ, A. P. do C. M; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FERRAZ, T. A. S. **Alternativas no ensino de microbiologia para a inclusão de alunos surdos**. Rio de Janeiro, 113 p., 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

FERREIRA, E. de S. et al. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 4, p. 427-433, 2009.

FERREIRA, S. J. et al. Nutrientes na solução do solo em floresta de terra firme na Amazônia Central submetida à extração seletiva de madeira. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 1, p. 59-68, 2006.

FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de educação**, v. 14, p. 273-291, 2001.

FREITAS, C; CARRENHO, R. Fungos micorrízicos Arbusculares. **Portal do INPA**. 2013. Disponível em: https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Guia%20de%20FMA_Vers%C3%A3o%201.pdf acesso em: 25 fev. 2019.

FROTA, N. M. **Comparação de estratégias de ensino: aula expositiva dialogada e hipermídia educativa sobre punção venosa periférica**. 2016. 160 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) - Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Departamento de Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

FURTADO JUNIOR, M. A. C. **Proposta de ensino de microbiologia prática na escola fundamental utilizando laboratório alternativo**. 2017. 146 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciência e Matemática)-Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

GOUVEIA, F. B. P. Propostas para a prática de microbiologia utilizando recursos de baixo custo. **Maiêutica-Ciências Biológicas**, v. 1, n. 1, 2013.

GUIMARÃES A. C; SIANI. A. C; JOSÉ L. BEZERRA, SOUZA A. Q.L. DE; SARQUIS M. I. M. SARQUIS. Endophytic mycobiota characterization of the mistletoe *Cladocolea micrantha* hosted in cashew tree. **American Journal of Plant Sciences**, 4, 917-921. 2013.

GUIMARÃES, A. C. et al. Investigação preliminar da composição micelial e potencial antimicrobiano de fungos endofíticos da erva-de-passarinho amazônica *Cladocolea micrantha* (Eichler) Kuijt (Loranthaceae). **Revista Fitos Eletrônica**, v. 4, n. 02, p. 90-101, 2013.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

GUTIÉRREZ, R.. Investigación para conocer la microbiota de mexicanos. Gaceta Digital UNAM. México, 05 de Novembro, 2015. Disponível: <http://www.gaceta.unam.mx/20151105/investigacion-para-conocer-la-microbiota-de-mexicanos/>. Acesso em: 16, Mai. 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?. **JCOM**, v. 8, p. 2, 2009.

JESUS, M. S. de et al. Cases distribution of leptospirosis in City of Manaus, State of Amazonas, Brazil, 2000-2010. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 45, n. 6, p. 713-716, 2012.

KIEFER, N. I. S; PILATTI, Luiz Alberto. Roteiro para a elaboração de uma aula significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2014.

KIMURA, A. H. et al. Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. **Revista Conexão UEPG**, v. 9, n. 2, p. 254-267, 2013.

LEITES, A. C. B. R.; PINTO, M. B; SOUSA, E. R. de. Aspectos microbiológicos da cárie dental. **Salusvita**, v. 25, n. 2, p. 239-52, 2006.

LEMONS, E. dos S. et al. **A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação**. 2011.

LIMA, D. C. R. **Microrganismos degradadores de petróleo isolados de solos rizoféricos da Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais)-Instituto Escola Superior de Ciências e Saúde, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2010.

LOGUERCIO-LEITE, C. et al. A particularidade de ser um fungo—I. Constituintes celulares. **Biotemas**, v. 19, n. 2, p. 17-27, 2006.

LOPES, S; ROSSO, S; **Biologia**. Editora Saraiva, São Paulo, 2017.

MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock-14ª Edição**. Artmed Editora, 2016.

MARQUES, A. M. de M. **Utilização pedagógica de mapas mentais e de mapas conceituais**. Dissertação (Mestrado em Expressão Gráfica, Cor e Imagem)-Universidade Aberta. São Paulo, 2008.

MARREIRO, L. da S. et al. Tuberculose em Manaus, Estado do Amazonas: descentralização. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, n. 3, p. 237-242, 2009.

MARTENSEN, I. C. Cogumelos: um alimento funcional milenar redescoberto pela moderna biotecnologia. **IN: BRAGA, A.D.A., BARLETA, V.C.N. (2007) Alimento funcional: uma nova abordagem terapêutica das dislipidemias como prevenção da doença aterosclerótica**. Cadernos UNIFOA, vol. 2., N. 3. 2005.

MATIAS R. R. **Produção de enzimas hidrolíticas por fungos endofíticos e avaliação do seu potencial de degradação de biofilme de *Staphylococcus aureus***. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais)-Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2018.

MATOS, J. S. S. **Caracterização epidemiológica da leptospirose**. 2019. 45 f. Especialização (Especialização em Gestão em Saúde) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

MAYER, R. E. Rote versus meaningful learning. *Theory into Practice*, vol. 41, n.4, p. 226-232, 2002.

MENDES, J. G.; CICUTO, C. A. T; CORREIA, P. R. M. Estudo sobre a estrutura gráfica dos mapas conceituais, em busca da aprendizagem significativa no ensino de ciências. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2013.

MENDONÇA, A. P.; COELHO, I. M. W. da S. Rubricas e suas contribuições para a avaliação de desempenho de estudantes. In: SOUZA, A. C. R. de et al. **Formação de professores e estratégias de ensino: perspectivas teórico-práticas**. Curitiba: Appris., p.109-125. 2018

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. Ed. AJS, São Paulo, 2017.

MESQUITA, A. S. S.. **Seleção de bactérias endofíticas amazônicas produtoras de lipopeptídeos bioativos**. 2015. 141 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

MORAES, J. U.; SANTANA, R. G.; VIANA-BARBOSA, Celso José. Avaliação baseada na Aprendizagem Significativa por meio de Mapas Conceituais. **Atas do VIII ENPEC, Campinas**, 2011.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. Ed. atual. e ampl. Lavras: UFLA. 729 p. 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. **Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física**, 2013.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades potencialmente significativas. Material de apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras. PUCPR, 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf> . Acesso em: 07 mar. 2020.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e diagramas V. **Porto Alegre: Ed. do Autor**, 2006.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Instituto de Física da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de Abril de 2010.

MORESCO, T. et al. Higiene pessoal: contextualizando o ensino de microbiologia por meio da experimentação. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 4, 2016.

MORESCO, T. R. et al. Ensino de microbiologia experimental para Educação Básica no contexto da formação continuada. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, p. 435-457, 2017.

MORESCO, T. R. **O potencial da experimentação no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na qualificação do ensino sobre microrganismos na educação básica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Ciências: Química e Saúde)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

NASCIMENTO, J. V. **Citologia no ensino fundamental: dificuldades e possibilidades na produção de saberes docente**. 2016. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica)-Universidade Federal do Espírito Santo. 2016.

NETO, J. A. da S. P. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. **Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, n. 21, 2013.

NEVES, R. de O. **Caracterização da microbiota bacteriana da água do Rio Negro em diferentes períodos sazonais**. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia)-Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

NOVAK, J. D. Conocimiento e aprendizaje: Los Mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. MADRID: Editoda Alianza 1998.

NOVAK, J. D. A science education research program that led to the development of the concept mapping tool and a new model for education. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLEZ, F. M. (Eds). *Concept Maps: Teory, methodology, technology*. Proceedings of the first international conference on concept mapping, Pamplona: Universidad Pública de Navarra, v. 1, p. 457-467, 2004.

NOVAK, J. D. *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. 2nd. ed. New York: Routledge. 2010.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, vol. 86, n.4, p. 548-571, 2002.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. Building on New Constructivist ideas and CMapTools to Create a New Model for Education. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLEZ, F. M. (Eds). *Concept Maps: Teory, methodology, technology*. Proceedings of the first international conference on concept mapping, Pamplona: Universidad Pública de Navarra, v. 1, p. 469-476, 2004.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano, 1999.

OLIVEIRA, A. N. de; FLOR, N. S; De OLIVEIRA, L. A. de. Influência do pH e temperatura sobre a atividade amilolítica de rizóbios isolados de solos da Amazônia. **Acta Amaz.**, Manaus , v. 40, n. 2, p. 401-404, 2010 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S004459672010000200019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 Apr. 2020.

OLIVEIRA, N. F; AZEVEDO, T. M; NETO, L. S. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2016.

PAES, L. da S. et al. **Aspectos estruturais de *Costus spicatus* (Jacq.) Sw.(pobrevelho), *Stachytarpheta cayennensis* (Rich) Vahl (gervão), *Ayapana triplinervis* (M. Vahl) RM King &H. Rob.(japana) numa perspectiva micológica e fitoquímica**. 2010. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical)-Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.

PAGEL, U. R.; CAMPOS, L. M; BATITUCCI, M. do C. P. Metodologias e práticas docentes: uma reflexão acerca da contribuição das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem de biologia. Mato Grosso. **Experiência em ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 14-25, 2015.

PEIXOTO JCC, Astolfi-Filho S, SOUZA JV, LEOMIL L, PEIXOTO. **Comparison of bacterial communities in the Solimões and Negro River tributaries of the Amazon River based on small subunit rRNA gene sequences.** Genet Mol Res 10:1–2. FBS. 2011.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PEREIRA, J. M. **Características funcionais, antimicrobianas e aplicação das águas sobrenadantes da fermentação do amido de mandioca.** 2016. 173 f. Tese (doutorado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

PIMENTA, S. G. Formação de professores – Saberes da Docência e identidade do professor. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, v. 22 n. 02, p. 72-89, jul./dez. 1996.

PIMENTA, S. G. **Saberes pedagógicos e atividade docente.** 6. ed. – São Paulo, SP: Cortez, 2008.

POLITY, E. **Dificuldade de Ensino: Que história é essa...?** São Paulo: Vetor, 2002.

POSSOBOM, C. C.a F; OKADA, F. K; DINIZ, R. da S. Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência. **Núcleos de ensino. São Paulo: Unesp, Pró-Reitoria de Graduação**, p. 113-123, 2003.

POZO, J. I. e GOMES CRESPO, M.A.G. A aprendizagem e o ensino de ciências – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

PRADO, I. C.; TEODORO, G. R.; KHOURI, S. Metodologia de ensino de microbiologia para ensino fundamental e médio. In: VIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. **Anais...** São José dos Campos –SP: UNIVAP. 2004.

RAINERT, K. T. et al. Adsorção do corante rbbr remazol brilliant blue reactive por bainha do palmito pupunha in natura. **4º CONTEXMOD**, v. 1, n. 4, 2016.

RODRIGUES, H. J. B. et al. Variabilidade quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical úmida. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 4, p. 629-638, 2011.

RODRIGUES, J. M. **Fungos e bactérias: uma visão experimental com alunos do 2º ano do ensino médio da cidade de Cocal-PI.** 2017. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências)-Instituto Federal do Piauí, Cocal, 2017.

SALES-CAMPOS, C; ANDRADE, M. C. N.. Aproveitamento de resíduos madeireiros para o cultivo do cogumelo comestível *Lentinus strigosus* de ocorrência na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 1, p. 1-8, 2011.

SALES-CAMPOS, C. et al. Centesimal composition and physical-chemistry analysis of the edible mushroom *Lentinus strigosus* occurring in the Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 4, p. 1537-1544, 2013.

SANDIN-ESTEBAN, M. P. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições.** Porto Alegre: AMGH, Artemed, 2010.

SANTOS, J. **A participação ativa e efetiva do aluno no processo ensino aprendizagem como condição para a construção do conhecimento.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2002.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000.

SEDUC. Secretaria de Educação do Amazonas. Ementa para o Ensino Médio. Manaus-AM. 2012.

SENA, H. H. **Produção de biossurfactantes por fungos isolados do solo amazônico.** 2014. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)-Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.

SILVA, F. G. L. **Microbiologia no Ensino Médio: proposta de um roteiro de aulas práticas experimentais com materiais alternativos.** 2018. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Licenciatura em Ciências Biológicas)-Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Santo Antão, 2018a.

SILVA, C. J. **Inovação no ensino de microbiologia com vistas á agropecuária: da sala de aula a aplicação prática.** 2018. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Agrárias)-Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Minas Gerais, Unaf, 2018b.

SILVA-JUNIOR, A. N. da; BARBOSA, J. R. A.. Repensando o Ensino de Ciências e de Biologia na Educação Básica: o caminho para a construção do conhecimento científico e biotecnológico. **Democratizar, Rio de Janeiro**, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2009.

SILVEIRA, M. da L. **Dificuldades de aprendizagem e concepções alternativas em biologia: a visão de professores em formação sobre o conteúdo de citologia.** 2013. 197 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

SILVEIRA, M. L.; OLIVEIROS, P. B.; ARAÚJO, M. F. F. Concepções espontâneas sobre bactérias de alunos do 6º ao 9º ano. **In: Encontro nacional de pesquisas em ensino de ciências**, 8, 2011. Atas do ENPEC. São Paulo, Campinas: ABRAPEC, 2011.

SOUSA JÚNIOR, J. H. RAASCH, M. SOARES C. J. RIBEIRO S. A. H. V. L. Da Desinformação ao Caos: uma análise das Fake News frente à pandemia do Coronavírus (COVID-19) no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 2 COVID-19, p. 331, 2020.

SOUZA, A. S. Prática Profissional de Afonso Santos de Souza. Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico. 2019. Acesso em: 20 Out. 2020. Disponível em: <http://ppget.ifam.edu.br/app-afonso/>.

SOUZA, A. Q. L. de et al. Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da Amazônia: *Palicourea longiflora* (aubl.) rich e *Strychnos cogens* Bentham. **Acta amazônica**, v. 34, n. 2, p. 185-195, 2004.

SOUZA, A. S; DE LUCENA. J. M. V. M. Um breve panorama do ensino e divulgação científica em microbiologia no brasil. **IN: VI Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia.** Paraná. **Anais...** Paraná: Ponta Grossa, 2018.

SOUZA, M. A. da C. et al. Suco de açai (Euterpe oleracea Mart.): avaliação microbiológica, tratamento térmico e vida de prateleira. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p. 497-502, 2006.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. **Educação em Revista**, 2010.

SOUZA, R. B. F. **Atividades experimentais no campo da microbiologia, como estratégia para o ensino de biologia**. Dissertação — (Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais). Universidade Federal de Mato Grosso 2014.

SOUZA, S. R. **Aprendizagem significativa e alinhamento construtivo: uma proposta para o ensino de circuitos elétricos**. Dissertação. 2017. 149 f. (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico). Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Do Amazonas IFAM. 2017.

SWELLER, J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, v. 4, p. 295-312, 1994.

TARDIF, M.. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

TAVARES E. B. **Citologia para estudantes surdos: uma unidade de ensino potencialmente significativa**. 2018. 166 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico)- Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Do Amazonas IFAM. Manaus, 2018.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & cognição**, v. 13, n. 1, 2008.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 55, n. 10, 2004.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, p. 72-85, 2007.

TENREIRO-VIEIRA, C. O ensino das ciências no ensino básico: perspectiva histórica e tendências actuais. **Revista de Psicologia, Educação e Cultura**, v. 6, n. 1, p. 185-201, 2002.

TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. **Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento**. Curitiba: Senar, p. 61-93, 2014.

TORRES, P. L; ALCANTARA, P; IRALA, E. A. F. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. **Revista diálogo educacional**, v. 4, n. 13, p. 129-145, 2004.

VARGAS-ISLA, R; ISHIKAWA, N. K.; PY-DANIEL, V. Contribuições etnomicológicas dos povos indígenas da Amazônia. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 3, n. 1, p. 58-65, 2013.

VILAS BOAS, R. C. **Microbiologia do solo no ensino médio do município de Lavras – MG: um estudo de variabilidade**. 2008. 148 f. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Microbiologia)–Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais, 2008.

VILAS BOAS, R. C. **Microbiologia do solo no ensino médio: proposta de formação continuada de professores de biologia.** 2014. 103 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

APÊNDICE A - Plano de aula utilizado na oficina sobre mapas conceituais

Quadro 8. Plano de aula utilizado na oficina sobre mapas conceituais.

Tema da aula: Oficina sobre Mapas Conceituais e identificação dos conhecimentos prévios	
ETAPA	ATIVIDADE
Definição do conteúdo da aula.	- Fundamentos e técnicas sobre os mapas conceituais. (Pré-requisito) - Saber diferenciar um mapa conceitual de um mental. (Resultados da Aprendizagem): - Saber elaborar um mapa conceitual. (DP e RI) Organização de ideias – mapas mentais – mapas conceituais.
Determinação dos aspectos mais relevantes do conteúdo e dos organizadores prévios.	- Estruturas necessárias para construção de mapas conceituais: proposições; pergunta focal; hierarquia; revisão recursiva. (Organizadores prévios) Exemplificação com imagens de mapas conceituais sobre variados temas.
Sequenciação do conteúdo curricular.	Fundamentos e técnicas para a elaboração: proposições, pergunta focal, hierarquia, revisão recursiva.
Avaliação da aprendizagem.	Construção de um mapa conceitual individual.
Estratégias e recursos instrucionais.	- Aula Expositiva-dialogada utilizando os conceitos mais <i>inclusivos</i> , ou seja, alguns conhecimentos vivenciados no dia a dia dos alunos que possam ser correlacionados com a aprendizagem sobre mapas conceituais. - Exercícios práticos para a elaboração dos mapas conceituais individuais.
<p>Montagem do plano de aula Duração: 2 tempo de aula de 50 minutos. Objetivo: Conhecer a estrutura para construção dos mapas conceituais; Identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação a questões básicas de células. Introdução: Mapas conceituais podem ser considerados como instrumentos de organização hierárquica dos conhecimentos, de maneira a possibilitar a apresentação de conceitos possivelmente aprendidos, facilitando a sistematização da aprendizagem pelo indivíduo. Desenvolvimento: Será feita, no primeiro momento, uma breve explicação sobre o que são os mapas conceituais, seus fundamentos e técnicas. Depois, será a elaboração dos MC individual. Tal elaboração terá como pergunta focal: quais as diferenças que podemos encontrar entre as células procarióticas e eucarióticas? Obs.: Esta oficina servirá para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre questões básicas de citologia, que são a base para os temas de microbiologia. Resultados da aprendizagem Atividade: Construção do mapa conceitual individual. Recurso didático: Data show, pincel, quadro branco, folhas de papel ofício (para construção dos mapas). Referências: DE AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013. NOVAK, J. D. Conocimiento e aprendizaje: Los Mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. MADRID: Editora Alianza 1998. DP: Diferenciação Progressiva RI: Reconciliação Integrativa.</p>	

Fonte: Elaboração própria (2019).

APÊNDICE B - Plano de aula utilizado na dialogada sobre o Reino Monera

Quadro 9. Plano de aula dialogada sobre o Reino Monera e sua diversidade na Amazônia.

Tema da aula: Reino Monera e sua diversidade na Amazônia.	
ETAPA	ATIVIDADE
Definição do conteúdo da aula.	- Origem, continuidade e diversidade dos seres vivos. Reino monera: bactérias, especificamente. (Pré-requisito) - Saber diferenciar morfológicamente a célula procariótica e eucariótica. (Resultados da Aprendizagem): - Reconhecer morfológicamente as características de uma célula bacteriana, bem como, os benefícios e malefícios ocasionados por tais organismos. - Conhecer experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o meio ambiente, a saúde, e a produção de alimentos. - Conhecer a microbiologia no contexto Amazônico. (DP e RI) - doenças – alimentação – saúde – bactérias - biotecnologia – Amazônia.
Determinação dos aspectos mais relevantes do conteúdo e dos organizadores prévios.	- O conhecimento acerca das características gerais das bactérias. Importância para as indústrias alimentícias, farmacêutica e para biotecnologia no contexto amazônico e mundial. (Organizadores prévios) Durante a aula foi feito a exposição de textos e imagens sobre bacteriologia geral e no contexto amazônico.
Sequenciação do conteúdo curricular.	Seres procarióticos e eucarióticos (diferenças); bactérias: habitat, respiração, estrutura, reprodução, alimentação e classificação. Interações e aplicações desses microrganismos. Diversidade microbiana na Amazônia.
Avaliação da aprendizagem.	No final da sequência de aulas será realizada a avaliação da aprendizagem por meio da construção dos mapas conceituais.
Estratégias e recursos instrucionais.	- Aula Expositiva utilizando os conceitos mais inclusivos (conhecimento prévio dos alunos, e sua vivência no dia a dia com as questões que envolvem as bactérias), aos mais específicos (novos conhecimentos que serão apresentados durante a aula).
<p>Montagem do plano de aula Duração: 1 tempo de aula de 50 minutos. Objetivo: Conhecer o Reino Monera e sua diversidade na Amazônia, bem como suas características morfológicas e fisiológicas, e sua importância. Introdução: As bactérias desempenham papéis fundamentais em nosso planeta, atuam como decompositoras da matéria orgânica e vivem em associações mutualísticas com outros seres vivos. Nos dias de hoje, são fundamentais para o desenvolvimento tecnológico, sendo utilizadas pelas indústrias de vários segmentos. Desenvolvimento: A aula iniciou com a entrega de um post-it para cada aluno escrever uma frase e/ou algumas palavras sobre o reino apresentado, a partir daí iniciaremos a discussão sobre o Reino Monera sua diversidade e estrutura. Deste modo, iremos colher as informações gerais (DP), que os alunos irão comentar a respeito do tema. A seguir, iremos organizar tais informações durante a aula expositiva-dialogada (RI), conversando a respeito da importância das bactérias e suas características gerais. Resultados da aprendizagem Atividade: Anotações gerais sobre o conteúdo desta aula que poderão ser utilizadas na construção dos MCs. Recurso didático: Data show, pincel, quadro branco, etiquetas adesivas. Referências: JESUS, Michele Silva de et al. Cases distribution of leptospirosis in City of Manaus, State of Amazonas, Brazil, 2000-2010. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 45, n. 6, p. 713-716, 2012 Bactéria encontrada no solo da Amazônia desperta interesse farmacêutico. Disponível em: > http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisa/0303_Bacteria_da_Amazonia_desperta_interesse_farmacautico.html. > acesso em: 06 Out. 2019. RODRIGUES, H. J. B. et al. Variabilidade quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical úmida. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 26, n. 4, p. 629-638, 2011.</p>	

Pesquisa encontra bactéria benéfica em alimentos artesanais da Amazônia capaz de melhorar a saúde das pessoas. Disponível em: < <https://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/pesquisa-encontra-bacteria-benefica-em-alimentos-artesanais-da-amazonia-capaz-de-melhorar-a-saude-das-pessoas.ghtml>. >acesso em: 06 Out. 2019.

DP: Diferenciação Progressiva **RI:** Reconciliação Integrativa

Fonte: Elaboração própria (2019).

APÊNDICE C - Plano de aula utilizado na aula dialogada sobre o Reino Fungi

Quadro 10. Plano de aula utilizado na aula dialogada sobre o Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia.

Tema da aula: Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia	
ETAPA	ATIVIDADE
Definição do conteúdo da aula.	- Conteúdo selecionado: origem, continuidade e diversidade dos seres vivos. Reino Fungi: fungos. Ecologia dos microrganismos. (Pré-requisito) - Saber diferenciar morfológicamente a célula procariótica e eucariótica. (Resultados da Aprendizagem): - Reconhecer a importância dos fungos e suas características morfológicas e fisiológicas. - Conhecer a microbiologia no contexto Amazônico. (DP e RI) - Doenças – alimentação - plantas – fungos - simbiose – Amazônia.
Determinação dos aspectos mais relevantes do conteúdo e dos organizadores prévios.	- Biodiversidade dos fungos, suas características e importância para a manutenção dos ecossistemas amazônicos. Diversidade microbiana na Amazônia. (Organizadores prévios) Durante a aula foi feita exposição de textos e imagens sobre bacteriologia geral e no contexto amazônico.
Sequenciação do conteúdo curricular.	Seres procarióticos e eucarióticos (diferenças); fungos: habitat, respiração, estrutura, reprodução, alimentação e classificação.
Avaliação da aprendizagem.	No final da sequência de aulas será realizada a avaliação da aprendizagem por meio da construção dos mapas conceituais.
Estratégias e recursos instrucionais.	- Aula Expositiva utilizando os conceitos mais inclusivos (conhecimento prévio dos alunos, e sua vivência no dia a dia com as questões que envolvem os fungos), aos mais específicos (novos conhecimentos que serão apresentados durante a aula).
<p>Montagem do plano de aula. Duração: 1 tempo de aula de 50 minutos. Objetivo: Conhecer o Reino Fungi e sua biodiversidade na Amazônia, bem como suas características morfológicas e fisiológicas. Introdução: O conhecimento acerca das características dos reinos, mais especificamente dos fungos torna-se essencial para entender a importância de tais seres para a manutenção dos ecossistemas e sua utilidade na alimentação e na biotecnologia. Desenvolvimento: A aula iniciou com a entrega de um post-it para cada aluno escrever uma frase e/ou algumas palavras sobre o reino apresentado, a partir daí iniciamos a discussão sobre o reino dos fungos, bem como, estrutura morfológica, habitat, reprodução, classificação e outros. Após o vídeo, iremos recolher as informações gerais (DP) levantadas pelos alunos e organizá-las durante a aula expositiva-dialogada (RI), conversando a respeito das características gerais dos fungos e exemplificando através das espécies encontradas na região amazônica. Atividade: Anotações gerais sobre o conteúdo desta aula que poderão ser utilizadas na construção dos MCs. Recurso didático: Data show, pincel, quadro branco. ARANHA, Caroline Pereira Moura. Microencapsulação por gelificação iônica e interação eletrostática do corante de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.). 2015. FERREIRA, E. de S. et al. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de Tucumã (<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart). Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 19, n. 4, p. 427-433, 2009. RAINERT, Karine Thaise et al. Adsorção do corante rbbbr remazol brilliant blue reactive por baihna do palmito pupunha in natura. 4º contexmod, v. 1, n. 4, 2016. SENA, Hellen Holanda et al. Produção de biossurfactantes por fungos isolados do solo amazônico. 2014. VARGAS-ISLA, R.; ISHIKAWA, N. K.; PY-DANIEL, V. Contribuições etnomicológicas dos povos indígenas da Amazônia. Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota), v. 3, n. 1, p. 58-65, 2013. Fungos encontrado em tucumã, pupunha e buriti podem servir de corante natural. Disponível em <https://www.acritica.com/channels/governo/news/fungos-encontrados-em-tucuma-pupunha-e-buriti-podem-servir-de-corante-natural>. Acesso em: 06 de out. 2019. Fungos do solo da floresta amazônica com potencial econômico. Disponível em >http://www.amazonas.am.gov.br/2017/10/fungos-do-solo-da-floresta-amazonica-com-potencial-economico/ acesso em: 06 out. 2019.</p>	
DP: Diferenciação Progressiva RI: Reconciliação Integrativa.	

Fonte: Elaboração própria (2019).

APÊNDICE D - Plano de aula teórico-prática sobre ubiquidade microbiana e seu anexo

Quadro 11. Plano de aula utilizado na aula dialogada sobre Ubiquidade Microbiana.

Tema da aula: Ubiquidade Microbiana – aula prática	
ETAPA	ATIVIDADE
Definição do conteúdo da aula.	- Conteúdo selecionado: Origem, continuidade e diversidade dos seres vivos. Reino Monera: bactérias. Reino Fungi: fungos. (Pré-requisito) - Conhecimentos básicos sobre microrganismo. - Conhecer alguns insumos e vidrarias que serão utilizados nesta aula. (Resultados da Aprendizagem): - Reconhecer a biodiversidade dos microrganismos (fungos e bactérias) invisível aos olhos. - Discutir as relações ecológicas entre as espécies observadas e os ambientes onde são encontradas. (DP e RI) - Doenças – alimentação – meio ambientes - plantas – fungos - simbiose – Amazônia
Determinação dos aspectos mais relevantes do conteúdo e dos organizadores prévios.	- Biodiversidade dos fungos e bactérias, suas características e importância para a manutenção dos ecossistemas. (Organizadores prévios) Apresentação breve do laboratório onde a aula será executada, e algumas vidrarias e insumos que serão utilizados.
Sequenciação do conteúdo curricular.	Prática experimental; material que será utilizado; e acompanhamento da prática para verificação do crescimento dos microrganismos.
Avaliação da aprendizagem.	Através dos Mapas Conceituais, será realizada a avaliação da aprendizagem.
Estratégias e recursos instrucionais.	- Aula prática no laboratório de ciências.
<p>Montagem do plano de aula. Duração: 2 tempos de aula de 50 minutos. Objetivo: Reconhecer a biodiversidade dos microrganismos (fungos e bactérias) invisível ao olho nu. Introdução: As aulas práticas na disciplina de biologia, mais especificamente no campo da microbiologia podem auxiliar os alunos na compreensão acerca dos conteúdos teóricos, bem como, estimular o desempenho de habilidades importantes durante a construção do conhecimento científico. Desenvolvimento: Em anexo encontra-se como será desenvolvida esta aula, bem como os materiais utilizados. Resultados da aprendizagem Atividade: Aula prática de laboratório Recurso didático: Laboratório de ciências Referência: OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, T. M.; NETO, L. S.. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 1, 2016. DP: Diferenciação Progressiva RI: Reconciliação Integrativa.</p>	

Fonte: Elaboração própria (2019).

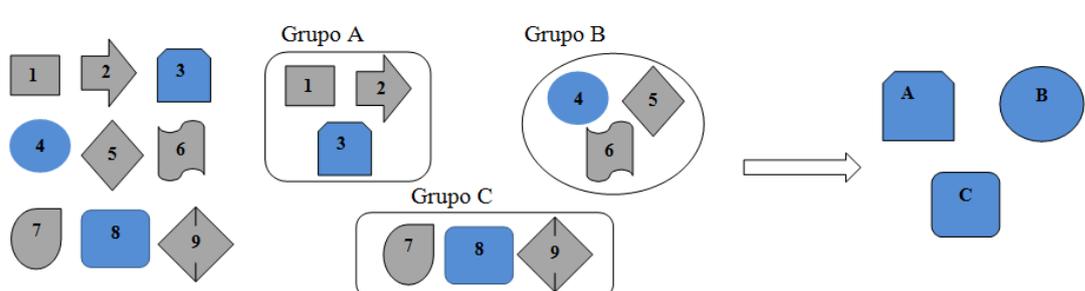
Quadro 12. Anexo da aula sobre Ubiquidade Microbiana.

Tema da aula: Ubiquidade Microbiana
Material necessário:
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 12 Placas de Petri 100 mm ✓ Meio de cultura ágar nutriente ✓ 1 frasco Álcool 70 500ml ✓ 12 cotonetes ou Swab ✓ 28 pares de luvas ✓ 1 rolo de Papel Filme ✓ 1 água destilada ✓ 3 pincéis marcadores
Procedimentos:
<p><i>Para melhor condução da atividade, os alunos deverão ser divididos em grupos e seguirem os procedimentos descritos abaixo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Organização e preparo de material: <ul style="list-style-type: none"> ○ Higienizar o local onde será realizada a prática, bem como, os materiais que serão utilizados. ○ Cada grupo receberá 3 placas e deverá selecionar três pontos de coleta, um para cada placa. Cada placa deverá estar devidamente identificada, especificando: data da preparação do meio de cultura, local e dia da coleta e o nome e/ou numeração da equipe. ○ Para a preparação do meio de cultura, será utilizado o meio ágar nutriente (AN), meio não seletivo que permite o crescimento de bactérias e fungos. É necessário verificar a quantidade de placas que serão utilizadas durante a prática. Calcular 150 ml por placa. Por ser um meio sólido, após homogeneizar com água, deve ser cozido até reduzir a turbidez. Distribuir nas placas de Petri ainda quente, deixar as placas esfriarem com a tampa entreaberta. ✓ Coleta de amostras: <ul style="list-style-type: none"> ○ Após a solidificação do ágar, os alunos deverão friccionar o cotonete sobre a superfície selecionada (coleta da amostra), e em seguida passar o cotonete cuidadosamente sobre o meio de cultura, evitando perfurá-lo. ✓ As placas deverão ser lacradas com o papel filme, deixando-as em ambientes com pouca iluminação e umidade para que possa favorecer o crescimento dos microrganismos. Sugere-se deixar plaquetas de identificação em local visível, avisando outras pessoas que usam o mesmo ambiente que esse material é parte de um experimento escolar e que não deve ser removido do local até a data em que será concluído. <p>Obs: Em escolas que dispõem de laboratório com equipamentos adequados, os materiais devem ser esterilizados em autoclave e as placas, após inoculadas, devem ser incubadas em estufa bacteriológica. Ao final do experimento, deve-se proceder o descarte apropriado do material contaminado.</p>
Fechamento:
<ul style="list-style-type: none"> ✓ As equipes devem se organizar para observar suas placas 1x ao dia, pelos próximos 5 dias e anotar as modificações percebidas a cada dia. Pode-se registrar fotograficamente, o progresso do experimento, utilizando um celular. Mas, as anotações no caderno são indispensáveis. ✓ Após uma semana os alunos poderão verificar os resultados, reunindo suas conclusões sobre o que foi observado, se houve crescimento de microrganismos e identificando que tipos puderam ser visualizados nas placas.

Fonte: Elaboração própria (2019).

APÊNDICE E - Plano de aula utilizado para elaboração dos MCCs

Quadro 13. Plano de aula utilizado para elaboração dos mapas conceituais colaborativos.

Tema da aula: Elaboração de mapas conceituais através da aprendizagem colaborativa	
ETAPA	ATIVIDADE
Definição do conteúdo da aula.	- Conteúdo selecionado: Origem, continuidade e diversidade dos seres vivos: Reino Fungi e Reino Monera. (Pré-requisito) Saber elaborar um mapa conceitual; Ter conhecimentos sobre Reino Fungi e Reino Monera. (Resultados da Aprendizagem): - Identificar o conhecimento adquirido durante as aulas sobre bactérias e fungos. (DP e RI) Morfologia – fisiologia – habitat – reprodução – uso dos microrganismos – Amazônia.
Determinação dos aspectos mais relevantes do conteúdo e dos organizadores prévios.	- Biodiversidade dos microrganismos, fungos e bactérias, e suas características e importância para a manutenção dos ecossistemas e para Amazônia. (Organizadores prévios) As anotações realizadas durante as aulas anteriores poderão ser utilizadas nesta aula.
Sequenciação do conteúdo curricular.	Reino Monera, Reino Fungi: diferenças morfofisiológicas, nutrição, respiração, reprodução, habitat, e classificação.
Avaliação da aprendizagem.	Através do mapa conceitual colaborativo expandido, será realizada a avaliação da aprendizagem.
Estratégias e recursos instrucionais.	- Atividade colaborativa em grupo: construção dos mapas conceituais.
<p>Montagem do plano de aula. Duração: 2 tempos de aula de 50 minutos. Objetivo: ✓ Verificar aprendizagem dos alunos através da construção de mapas conceituais; ✓ Propor a interação aluno-aluno, permitindo a colaboração entre os sujeitos através da aprendizagem colaborativa expandida (ACE). Introdução: A AC tem como perspectiva a elaboração dos mapas conceituais (MCs) entre os indivíduos durante o processo de aprendizagem, ao mesmo tempo, de maneira colaborativa. Tal atividade possibilita a interação entre os sujeitos que estão em zonas de desenvolvimento proximal (ZDP) (FINO, 2001, NOVAK, 2010). Desenvolvimento: Os alunos serão divididos em 3 grupos para melhor condução da atividade, conforme o esquema abaixo. No primeiro momento, I) identificaremos os alunos com maior domínio de conteúdo (formas em azul) que será verificado através dos mapas conceituais individuais que foram produzidos na oficina de MCs (aula 1). Tais alunos serão separados entre os 3 grupos que podem ser denominados (A, B e C), e farão com os demais a elaboração da versão do MC colaborativo que teve como pergunta focal: como podemos diferenciar bactérias e fungos?</p>  <p>I. Divisão dos grupos. II. Construção dos MCs colaborativos. III. MCs colaborativos finais.</p>	
<p>Resultados da aprendizagem Atividade: Os grupos irão definir como ficará a versão final do seu MC e, posteriormente, apresentar. Recurso didático: quadro branco, pincel, folhas de papel A3 (para construção dos mapas), lápis e borracha. Referência:</p>	

DE AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M.. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.

FINO, C. N.. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de educação**, v. 14, p. 273-291, 2001.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

DP: Diferenciação Progressiva **RI:** Reconciliação Integrativa.

Fonte: Elaboração própria (2019).

APÊNDICE F – Publicações selecionadas

Tabela 4. Publicações selecionadas sobre contaminação alimentar.

TÍTULO DA PUBLICAÇÃO/ AUTOR	SITE DE BUSCA	TEMÁTICA NO ENSINO
Contaminantes microbiológicos em polpas de açaí comercializadas na cidade de Belém-PA De Oliveira Cohen (2011).	Repositório da Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial.	Contaminação alimentar
Presença de coliformes em hambúrguer caseiro comercializado em <i>food truck</i> na cidade de Manaus-AM. Fermin (2017)	Central de conteúdos do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia	Contaminação alimentar

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 5. Publicações selecionadas sobre diversidade microbiana.

TÍTULO DA PUBLICAÇÃO/ AUTOR	SITE DE BUSCA	TEMÁTICA NO ENSINO
Influência do pH e temperatura sobre a atividade amilolítica de rizóbios isolados de solos da Amazônia Oliveira, Flor e Oliveira (2010)	SciELO - Scientific Electronic Library Online	Diversidade Microbiana na Amazônia
Variabilidade quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical Rodrigues et al. (2011).	SciELO - Scientific Electronic Library Online	Diversidade Microbiana na Amazônia
Microrganismos degradadores de petróleo isolados de solos rizosféricos da Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas. Lima (2010).	Banco de dissertações da Universidade do Estado do Amazonas	Diversidade Microbiana na Amazônia
Caracterização do potencial de degradação de um isolado bacteriano oriundo da região Amazônica Castro (2015).	Biblioteca digital de teses e dissertações da Universidade Federal do Amazonas	Diversidade Microbiana na Amazônia.

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 6. Publicações selecionadas sobre Ecologia dos microrganismos amazônicos.

TÍTULO DA PUBLICAÇÃO/ AUTOR	SITE DE BUSCA	TEMÁTICA NO ENSINO
Fungos micorrízicos arbusculares Freitas e Carrenho (2013).	Central de conteúdos do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia	Ecologia dos Microrganismos amazônicos
Caracterização da microbiota bacteriana da água do Rio Negro em diferentes períodos sazonais Neves (2013).	Biblioteca digital de teses e dissertações da Universidade Federal do Amazonas	Ecologia dos Microrganismos amazônicos
Aspectos estruturais de <i>Costus spicatus</i> (Jacq.) Sw. (pobrevelho), <i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich) Vahl (gervão), <i>Ayapana triplinervis</i> (M. Vahl) RM King & H. Rob. (japana) numa perspectiva micológica e fitoquímica. Paes (2011).	Biblioteca digital de teses e dissertações da Universidade Federal do Amazonas	Ecologia dos Microrganismos amazônicos.
Estudos químicos e biológicos de fungos endofíticos de <i>Gustavia</i> sp. Almeida (2014).	Biblioteca digital de teses e dissertações da Universidade Federal do Amazonas	Ecologia dos Microrganismos amazônicos.
Microencapsulação por gelificação iônica e interação eletrostática do corante de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.) Aranha (2015).	Repositório institucional da UNESP.	Ecologia dos microrganismos amazônicos.

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 7. Publicações selecionadas sobre Fungos comestíveis.

TÍTULO DA PUBLICAÇÃO / AUTOR	SITE DE BUSCA	TEMÁTICA NO ENSINO
Contribuições etnomicológicas dos povos indígenas da Amazônia Vargas-Isla et al. (2013).	Biota Amazônia – Open Journal System. Universidade Federal do Amapá.	Fungos comestíveis.
Aproveitamento de resíduos madeireiros para o cultivo do cogumelo comestível Campos e Andrade (2011).	Central de conteúdos do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia	Fungos comestíveis.
Composição centesimal e análise físico- química do cogumelo comestível <i>Lentinus</i> <i>strigosus</i> ocorrente na Amazônia brasileira Sales-Campos et al. (2013).	SciELO - Scientific Electronic Library Online	Fungos comestíveis.
Adsorção do corante rbbbr remazol brilliant blue reactive por bainha do palmito pupunha in natura Rainert (2016).	Revista CONTEXMOD	Fungos comestíveis.

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE G - Produto educacional da pesquisa

Ensinando microbiologia na Amazônia

Guia didático para o ensino de microbiologia na Amazônia para estudantes do

Ensino Médio

(Acompanha esta dissertação, impresso separadamente e em mídia digital)