



Contextualizando o ensino de Microbiologia na região amazônica

Contextualizing Microbiology teaching in the amazon region

Afonso Santos de Souza  <https://orcid.org/0000-0001-9886-3995>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
e-mail - afonso.santosbio@gmail.com

João dos Santos Cabral Neto  <https://orcid.org/0000-0003-2430-233X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
e-mail - jneto@ifam.edu.br

Lucilene da Silva Paes  <https://orcid.org/0000-0002-5785-6825>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
e-mail - lucilene.paes@ifam.edu.br

Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena  <https://orcid.org/0000-0002-3771-6905>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
e-mail - juliana.lucena@ifam.edu.br

Resumo

O presente trabalho objetivou desenvolver uma estratégia de ensino de microbiologia, apresentando uma sequência didática baseada na microbiota amazônica e nos pressupostos da aprendizagem significativa. O desenvolvimento da pesquisa ocorreu em seis encontros com um total de 30 alunos pertencente a duas turmas do 3º ano do Ensino Médio, utilizando-se como instrumentos diagnósticos e avaliativos organizadores prévios e mapas conceituais. Para análise dos mapas, foram utilizadas a Taxonomia Topológica e Rubricas, contendo critérios que descrevem as qualidades que devem ser evidenciadas durante a avaliação dos mapas conceituais, níveis de desempenho, e a qualidade do desempenho que é a descrição do que o professor espera que cada aluno alcance. Os resultados alcançados com o uso desta sequência didática evidenciaram a aplicação de conhecimentos novos em microbiologia, registrados por meio de exemplos regionais em seus mapas conceituais colaborativos. A sequência proposta se mostrou válida para aquisição de novos conhecimentos que podem ter sido potencializados pela contextualização com conteúdos da Amazônia. Tanto os instrumentos avaliativos como os analíticos se mostraram adequados e proveitosos para ensinar microbiologia geral e no contexto amazônico.

Palavras-chave: Biologia. Métodos Didático-Pedagógicos. Ensino Médio. Aprendizagem Significativa.

Abstract

The present work aimed to develop a microbiology teaching strategy, presenting a didactic sequence based on the Amazonian microbiota and on the assumptions of



meaningful learning. The development of the research took place in 6 meetings with 30 students from two classes of the 3rd grade of High School, using as diagnostic tools, and evaluators previous organizers and concept maps. For the analysis of the maps, Topological Taxonomy and Rubrics were used, containing criteria that describe the qualities that must be evidenced during the assessment of the concept maps, performance levels, and the quality of performance, which is the description of what the teacher expects each student to reach. The results achieved with the use of this didactic sequence showed the application of new knowledge in microbiology, registered through regional examples in their collaborative concept maps. The proposed sequence proved to be valid for acquiring new knowledge that may have been enhanced by contextualizing it with content from the Amazon. Both the evaluative and the analytical instruments proved to be adequate and useful to teach general microbiology and in the Amazon context.

Keywords: Biology. Didactic-Pedagogical Methods. High school. Meaningful Learning.

Introdução

O ensino de Microbiologia dedica-se a apresentar a função dos microrganismos no mundo, principalmente em relação ao corpo humano e ao meio ambiente (KIMURA *et al.*, 2013). São conteúdos relevantes para o cotidiano e estão diretamente relacionados às ações práticas de higiene e promoção da saúde. Buscar instrumentos que possam ser relevantes para o ensino desses conteúdos de forma contextualizada, traz aos estudantes a possibilidade de aprender microbiologia geral a partir de uma perspectiva de identificação própria e pessoal com o conhecimento dos microrganismos da região em que se vive. Assim, indagamos: de que modo uma abordagem contextualizada na Amazônia para o ensino de Microbiologia pode favorecer a aprendizagem deste campo das Ciências Biológicas?

Desenvolver uma sequência didática com materiais que atendam um objetivo claro, com uma sequência lógica e organizada e que, de algum modo, seja estimulante para o aluno podem ser definidos como materiais potencialmente significativos (MOREIRA, 2012; 2013). Desta maneira, estimulados pelos conteúdos de base científica regionais, os estudantes podem adquirir novos conhecimentos em conexão com suas vivências como indivíduo amazônico (conhecimentos prévios), sendo este um ponto de partida para o processo formativo (AUSUBEL, 2003).

O uso de instrumentos como organizadores prévios ou antecipatórios (AUSUBEL, 2003; TAVARES, 2018) para facilitar a aprendizagem e ao mesmo tempo instigar a curiosidade quanto aos novos conteúdos, pode ser um fator determinante. Portanto, a escolha de tais instrumentos e o êxito na sua aplicação são essenciais para que haja bons resultados de aprendizagem.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi elaborar e aplicar uma sequência didática para o ensino de microbiologia baseada na microbiota amazônica e nos pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), utilizando organizadores prévios e mapas conceituais como instrumentos avaliativos.



Ensino de Microbiologia na Amazônia

Microbiologia é a área da Biologia que se dedica ao estudo da diversidade de microrganismos e suas interrelações com outros seres vivos e o ambiente. Os microrganismos já existiam na terra há bilhões de anos antes mesmo do surgimento de outros organismos, como as plantas e os animais (MADIGAN, 2016). Nesta área, é possível estudar suas características morfológicas e fisiológicas, reprodução, genética, metabolismo, e suas interações com os outros organismos existentes, evidenciando as funções e atividades dos microrganismos no mundo (BEZERRA, 2016), bem como sua história evolutiva nos diferentes ambientes terrestres (MADIGAN, 2016).

Apesar do impacto positivo que os conhecimentos de microbiologia possam ter no cotidiano, os desafios para o ensino passam pela oferta de infraestrutura apropriada na forma de laboratórios escolares com microscópios e demais equipamentos e insumos que possibilitem a visualização e cultivo desses seres invisíveis a olho nu. A carência dessa infraestrutura dificulta para os estudantes a aproximação entre a teoria e a prática, a vivência do concreto (SOUZA; DE LUCENA, 2018).

Pressupondo que o aprendizado possa ser construído com base nos conhecimentos prévios do indivíduo (AUSUBEL, 1982), uma das alternativas para o ensino de microbiologia pode ser o enfoque regional. Visto que a presente pesquisa foi conduzida na região amazônica, propomos o uso de informações científicas disponíveis sobre microrganismos da região (até o momento ausentes nos livros didáticos), e situações cotidianas que podem servir de ponto de partida para a aprendizagem em microbiologia.

Neste sentido, levantamos trabalhos publicados sobre alimentos regionais. Oliveira Cohen *et al.* (2011) destacaram o açaí comercializado na cidade de Manaus-AM, fruto considerado como um alimento típico da região Norte. O foco do trabalho foi a análise microbiológica do suco do açaí e quais os riscos de contaminação que podem surgir durante sua manipulação.

Outros trabalhos descrevem a microbiota do solo amazônico, destacando a diversidade de espécies (OLIVEIRA, FLOR; 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, ao 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).

Outro tópico de importância para o desenvolvimento regional da Amazônia é o conhecimento sobre os fungos comestíveis. 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 (CHEN; SEVIOUR, 2007; PAZZA *et al.*, 2019). Na Amazônia, existem mais de 30 espécies catalogadas com base em levantamentos etnomicológicos (VARGAS-ISLA; ISHIKAWA; PY-DANIEL, 2013), e as características nutricionais e formas de cultivo de algumas espécies têm sido foco de estudos e pesquisas (CAMPOS; ANDRADE, 2011; SALES-CAMPOS *et al.*, 2013).



Apesar de tantos avanços no conhecimento sobre a diversidade microbiana da Amazônia, até o momento não se encontram recursos didáticos ou conteúdos disponíveis para sua aplicação direta em sala de aula no ensino médio. Instigar a curiosidade e o desenvolvimento cognitivo dos alunos desse nível de ensino pelo uso de exemplos de nossa região como âncoras para mediação da aprendizagem em microbiologia permanece no âmbito das potencialidades até o momento.

Organizadores prévios e mapas conceituais e suas contribuições para uma aprendizagem significativa

Ao apresentarmos um novo conteúdo aos estudantes, observamos que algumas barreiras podem ser encontradas no percurso. Dentre elas, a dificuldade de aquisição de um novo conhecimento sem a correlação com os existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003).

Ausubel (2003) propõe o uso de instrumentos denominados por ele como organizadores prévios (OP) ou antecipatórios, que são utilizados quando os sujeitos não dispõem de “subsunções” que ancorem a aquisição de novos conhecimentos. Tais instrumentos servem para ativar uma possível memória inativa no aprendiz, mas que estão presentes em sua estrutura cognitiva.

O OP constitui um instrumento (textos, trechos de filmes, esquemas, desenhos, fotos, pequenas frases afirmativas, perguntas, apresentações em computador, mapas conceituais etc.) que é apresentado ao aluno em primeiro lugar, num nível de maior abrangência, que permita a integração dos novos conceitos aprendidos. Um organizador prévio prescinde de nível de inclusividade e abrangência sobre o conteúdo que será posteriormente apresentado (MORAES, 2005, p. 69).

O OP deve ser um material intrinsecamente relacionado com o material a ser usado na aprendizagem visando estabelecer relação entre o conhecimento declarado pelo aluno, mas, instável ou desorganizado (resultante de um diagnóstico), com o conhecimento prévio necessário para a aprendizagem. O OP tem a função de suprir o espaço entre o que o estudante já sabe e o que ele precisa saber (pré-requisito), manuseando sua estrutura cognitiva e servindo de apoio às novas aprendizagens, desenvolvendo assim a capacidade de aprendizagem do sujeito. Sua materialização depende do tipo de material da aprendizagem, da relação de relevância com o conteúdo a ser aprendido e da maturidade do aluno (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Na perspectiva da aprendizagem significativa, a organização hierárquica dos conhecimentos é fundamental e as representações (gráficas) válidas que ilustram a estrutura conceitual/proposicional de conhecimento do indivíduo é denominado Mapa Conceitual (MC). A elaboração do mapa conceitual pelo aluno pode promover a diferenciação progressiva de um determinado conceito, quando esse tem que selecionar e organizar hierarquicamente outros conceitos ligados a um conceito chave ou a uma pergunta focal proposta pelo professor. No processo de construção do mapa, o aluno pode observar indícios de ligações entre conceitos, que antes não foram observadas, surgindo ligações cruzadas válidas no mapa, ou seja, novas integrações entre conceitos ou entre grupos de conceitos, que caracterizam a reconciliação integradora. Para Novak (1998) e Aguiar e Correia (2013), os mapas conceituais (MCs) são um dos instrumentos que podem facilitar a aprendizagem, de maneira a possibilitar a apresentação de conceitos possivelmente aprendidos,



facilitando a sistematização de informações apreendidas pelo indivíduo, de acordo com os pressupostos da aprendizagem significativa.

Tavares (2007) ressalta que quando o aprendiz faz o uso dos mapas conceituais durante a aprendizagem de determinado tema, naquele momento vai ficando claro para si as dificuldades de entendimento do conteúdo. Isso poderá induzir o aprendiz a 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).

Com isso, Aguiar e Correia (2013) destacam algumas características para a construção dos MCs, definindo quatro parâmetros de referência:

- I) Proposições: são dois conceitos unidos por um termo 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 do MC como um todo.
- III) Organização Hierárquica: busca estruturar o conhecimento de maneira organizada por meio de conceitos dos mais inclusivos aos mais específicos.
- IV) Revisões Contínuas: possibilitam ao mapeador reler as proposições e realizar uma reflexão sobre a clareza em que sua elaboração se encontra e se é necessário realizar correções.

Portanto, podemos considerar os MCs como instrumentos de aprendizagem e, sobretudo de avaliação, por permitirem a verificação visual da organização conceitual estabelecida pelo aprendiz. Mesmo não sendo um instrumento utilizado tradicionalmente na avaliação dos estudantes, os MCs são formas qualitativas e formativas de aprendizagem, sendo um excelente instrumento a ser usado no campo educacional.

Metodologia

Esta pesquisa foi realizada em 2019 na Escola Estadual Maria Madalena, uma escola de tempo integral, localizada na cidade de Manaus-AM. Foram atendidos um total de trinta alunos do 3º ano do Ensino Médio, sendo dezessete alunos na turma A, e treze alunos na turma B. A aplicação em ambas as turmas ocorreu em dias diferentes. A escolha dos participantes da pesquisa se deu a partir da ementa fornecida pela Secretaria de Educação do Estado do Amazonas (SEDUC-AM), que inclui os conteúdos de microbiologia nesta série, como parte integrante da unidade sobre classificação dos seres vivos (SEDUC, 2016).

O caminho metodológico desta pesquisa foi dividido em duas etapas correlacionadas entre si: uma para a sequência didática, que contou com seis momentos, e outra que define os critérios para a análise dos MCs.

a. Sequência Didática

Foram utilizados diversos recursos instrucionais como imagens, perguntas abertas, MCs e aulas práticas, que serviram como instrumento diagnóstico e avaliativo. O tempo investido foi de oito aulas realizadas em dias consecutivos como a seguir:

- (i) Aprendendo a Construir um Mapa Conceitual: esta oficina utilizou uma aula de 50 minutos para explicar e exercitar as técnicas de elaboração de MCs. Os alunos



elaboraram individualmente um MC, tendo como pergunta focal: “Quais as diferenças que podemos encontrar entre a célula procariótica e eucariótica?”. A avaliação dos MCs identificou os conhecimentos prévios sobre esses tipos celulares, das quais, respectivamente, bactérias e fungos, seriam os objetos de estudo das aulas subsequentes.

(ii) Reino Monera e sua diversidade na Amazônia: esta aula dialogada foi realizada em 50 minutos dividida em três momentos: (1) Cada aluno manifestou seu conhecimento, por meio de frases e/ou palavras sobre o Reino Monera, (bactérias); (2) Apesar de ter havido uma avaliação de conhecimentos prévios ao final da oficina, o conhecimento declarado no momento (1) requereu o uso de organizadores prévios (que foram imagens e gráficos alusivos às bactérias em diversos campos da ciência); (3) diálogo sobre bactérias encontradas na Amazônia.

(iii) Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia: esta aula teve duração 50 minutos. Os alunos foram novamente instigados a declarar o que sabiam, mas agora sobre fungos, sobre a estrutura morfológica e fisiológica, sobre a aplicação desses organismos em diversos campos, os malefícios ocasionados por eles e a diversidade dos fungos existentes na Amazônia.

(iv) Ubiquidade Microbiana: implementação de uma aula prática experimental, sendo realizada em duas aulas de 50 minutos para demonstrar o crescimento microbiano a partir de amostras coletadas da boca, cabelo, e de alguns ambientes escolhidos pelos alunos, como: banheiro, sala dos professores e cozinha.

(v) Elaboração dos Mapas Conceituais Colaborativos: durou um total de duas aulas de 50 minutos, onde foram criados grupos contendo de três a cinco alunos, em média, para a construção de um mapa conceitual a partir da pergunta focal: como podemos diferenciar bactérias de fungos?

(vi) Socialização da Aprendizagem: esta aula foi realizada em 50 minutos para apresentação dos MCs construídos pelos grupos e discussão observando o modo como foram diferenciados progressivamente os conceitos de bactéria e fungos.

b. Análise Topológica e de Rubrica

Optou-se por utilizar a Taxonomia Topológica proposta por Cañas *et al.* (2006) para avaliar o aspecto estrutural dos MCs: organização hierárquica estrutura conceitual/proposicional (quadro 1).

Uma rubrica pode ser caracterizada por três componentes básicos: os critérios que descrevem as qualidades que devem ser evidenciadas durante a avaliação/trabalho, os níveis de desempenho que são como indicadores que retratam o que deve ser observado no trabalho, e a qualidade do desempenho, que é o nível de desempenho que o professor espera que cada aluno alcance, por exemplo: avançado, proficiente, básico (BROOKHART, 2013; MENDONÇA; COELHO, 2018). As rubricas utilizadas são mostradas no quadro 2.

Para cada critério, criamos uma rubrica com escala de 1 a 4 níveis, somados para obter uma pontuação total, tal que o nível 1 representa um desempenho irregular e o nível 4 o desempenho desejado para o aluno. Os critérios são considerados com o mesmo grau de complexidade e, portanto, em termos matemáticos, têm peso igual a 1 (um).



Quadro 1: Taxonomia topológica de Cañas et al. (2006).

TAXONOMIA TOPOLOGICA	
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	

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

Quadro 2 – Rubrica utilizada para análise dos MCs colaborativos.

CRITÉRIO	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3	NÍVEL 4
Reino Monera	Os estudantes descrevem o Reino Monera de maneira inadequada.	Compreendem 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.	Sabem 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.	Compreendem 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.	Sabem 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).	Contextualizam a 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.	Mencionam as práticas experimentais de forma apropriada para exemplificar a existência de fungos e bactérias nos ambientes.	Mencionam as práticas experimentais de forma apropriada e eficiente e de maneira criativa, revelando uma compreensão abrangente e sistemática sobre fungos e bactérias.

Fonte: Próprios autores (2020)

O modo de conversão de nível para uma escala de nota (quadro 3) é obtido 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) (BROOKHART, 2013; MENDONÇA; COELHO, 2018).

Quadro 3. Níveis de desempenho e a nota correspondente

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).

Resultados e discussão

a. Conhecimentos Prévios: início da sequência didática

Os resultados obtidos com a elaboração dos MCs durante a realização da oficina são apresentados nas Tabelas 1 e 2:

(i) Rubrica:

Tabela 1 - Desempenho dos estudantes em relação ao conteúdo

Turma	Muito bom (7,5 e 10)	Bom (5,0 e 7,5)	Básico (2,5 a 5,0)	Insuficiente (2,5)
A (n = 17)	18%	53%	29%	0%
B (n = 13)	8%	54%	38%	0%

Fonte: Próprios autores (2020)

(i) Topologia:

Tabela 2 - Desempenho dos estudantes em relação à taxonomia topológica

Turma	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6
A (n = 17)	17%	12%	47%	18%	0%	6%	0%
B (n = 13)	0%	0%	54%	38%	8%	0%	0%

Fonte: Próprios autores (2020)

O resultado obtido no processo de levantamento de conhecimentos prévios por meio dos MCs corrobora com o que afirma Sweller (1994): construir o MC, ativa e estimula a memória de trabalho, gerando assim, os resultados observados com relação ao conteúdo proposto, em que a maioria foi avaliada com conceito bom, possuindo conhecimentos prévios com relação às células procarióticas e eucarióticas.

Do ponto de vista estrutural, a maioria dos alunos estão classificados no nível 2. Para Cañas *et al.* (2006), neste nível dos aspectos estruturais do MC predominam conceitos sobre explicações longas, e menos da metade das palavras ou frases de ligação estão ausentes, sendo também um mapa que apresenta apenas dois pontos de ramificação. Para ambas as turmas essa foi a primeira experiência na elaboração de MCs. Essa ausência da prática levaria à MCs simples, e muitas vezes lineares, pois, como relata Moreira (2013), a construção de bons mapas requer tempo e prática.

b. Aulas Dialogadas: exposição dos conteúdos teóricos

A segunda etapa da atividade realizada em ambas as turmas foi a aula dialogada sobre o Reino Monera e sua diversidade na Amazônia. Inicialmente pedimos para que os alunos colocassem em um *post-it* alguma frase e/ou palavras relacionada ao tema, mais especificamente sobre bactérias. Essa atividade foi pensada para servir como organizador prévio, para revelar os conhecimentos prévios dos estudantes com relação a este grupo de seres vivos.

Tal atividade serviu para nortear toda a aula sobre este reino. A exposição dialogada sobre o tema permitiu explorar este conteúdo com maior abrangência, generalidade



e, principalmente, inclusividade, como relatam Ausubel (2003) e Tavares (2018). Ou seja, fatos e elementos que os estudantes conhecem previamente são essenciais para ativar os subsunções para compreensão e domínio de saberes subsequentes de maneira mais organizada.

Observamos que 50% dos alunos da turma A, e 33,3% da B, relacionaram as bactérias principalmente com doenças. Isso corrobora os resultados dos trabalhos de Albuquerque, Da Silva Braga e Gomes (2012), Azevedo e Sodré (2014), Brum (2014) e Silveira, Oliveira e Araújo (2014), que descrevem que os estudantes possuem concepções alternativas sobre bactérias, mas que boa parte é sempre ligada às questões de saúde, bem como das doenças ocasionadas por elas.

Alguns apontamentos referentes à função ecológica das bactérias na decomposição da matéria orgânica foram mencionados 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 referentes à importância ecológica das bactérias para abordar as relações simbióticas desses microrganismos que habitam no solo da região amazônica, mais especificamente em raízes de plantas (BARROSO; OLIVEIRA, 2001; ESCHER, 2016), que tem sido objeto de estudos e têm despertado interesse no campo farmacêutico.

Na aula sobre o Reino Fungi e sua diversidade na Amazônia, foram mencionadas com frequência 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, iniciamos a aula dialogada explicando tais características, assim como esclarecendo que fungos são seres que podem possuir múltiplos núcleos em suas hifas (células de fungos filamentosos) (LOGUERCIO-LEITE *et al.*, 2006), por exemplo, diferente do que foi citado por alunos de ambas as turmas nos *post-it*, que seres deste reino são “uninucleares”.

Ao contrário das informações levantadas pelos alunos sobre bactérias, as duas 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 eram conhecidos por sua utilização na alimentação. Alguns lembraram do *Champignon*, fungo utilizado na culinária internacional e já conhecido por muitos brasileiros. Para a contextualização desejada, citamos o consumo de cogumelos pelas populações indígenas da Amazônia, conforme Vargas-Isla, Ishikawa e Py-Daniel (2013), e os fungos encontrados em frutos regionais como tucumã e buriti, que podem ter diferentes aplicações biotecnológicas (ZANOTTO *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2011).

c. Atividade Prática Laboratorial

Optamos pelo uso da prática experimental sobre ubiquidade microbiana como forma de tornar concretas as informações teóricas discutidas nas aulas. Tal atividade despertou o interesse e entusiasmo dos alunos, dos quais percebemos a dedicação e atenção durante as explicações e execução dos experimentos, aspectos muito importantes descritos na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que indica que a pré-disposição em querer aprender é essencial à aprendizagem e é perceptível em suas atitudes (PELIZZARI *et al.*, 2002; AUSUBEL, 2003).



Desta maneira, foi planejada uma aula com materiais que fossem potencialmente significativos (MOREIRA, 2010) para os estudantes que estão em diferentes zonas de desenvolvimento de aprendizagem (FINO, 2001). As características e usos de cada material utilizado no laboratório foram cuidadosamente explicados, de forma a estabelecer relações de causa-efeito que justificassem o roteiro técnico adotado, por exemplo, como e por que se utilizam meios de cultura em microbiologia.

Posteriormente, foram formados três grupos em cada turma. Cada grupo recebeu três placas com meio de cultura, onde deveriam ser inoculadas amostras coletadas da boca, do cabelo, e de alguns ambientes escolhidos por eles como: banheiro, sala dos professores e cozinha. Ao final, as placas inoculadas foram armazenadas na estufa bacteriológica para favorecer o crescimento microbiano. Tal material foi visualizado diariamente pelos estudantes e cada grupo realizou registros fotográficos e algumas anotações.

Além de possibilitar a visualização de colônias de microrganismos, a prática contribuiu para a aprendizagem dos alunos, e estimulou o trabalho colaborativo.

d. Mapas Conceituais Colaborativos (MCC)

A avaliação final da aprendizagem foi realizada por meio da elaboração do MCC (AGUIAR; CORREIA, 2013), tendo como pergunta focal: como podemos diferenciar bactérias e fungos?

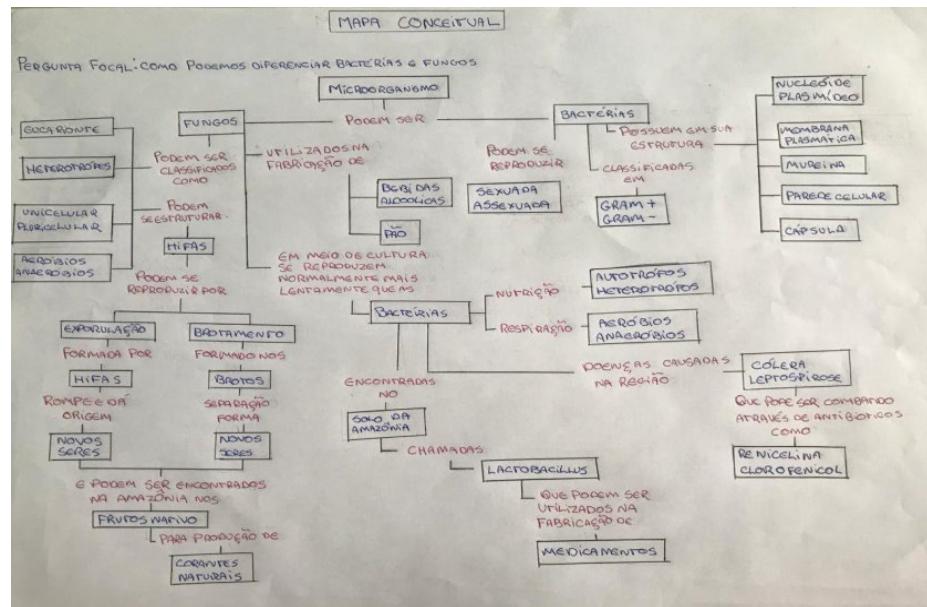
Inicialmente, os alunos foram organizados em grupos, sendo três na turma A (G1, G2 e G3) e dois na turma B (G4 e G5). Baseado no desempenho nas atividades anteriores, o pesquisador pediu que os alunos com melhores resultados, participassem de grupos diferentes. Essa estratégia pode contribuir para o melhor desenvolvimento de atividades de aprendizagem colaborativa, tendo em vista que um ou mais alunos com melhor domínio do conteúdo poderão auxiliar os demais na resolução de problemas, na negociação de informações e na interatividade, desta maneira colaborando coletivamente (TORRES; ALCANTARA; ESROM, 2004; AGUIAR e CORREIA, 2013; TORRES e IRALA, 2014).

O MCC G1 (figura 1) demonstrou um bom desempenho dos alunos, sendo avaliado com média, 8,1, com qualidade de desempenho “muito bom”. No que se refere ao Reino Monera, descreveu características importantes das bactérias, tais como a classificação, reprodução, nutrição, e exemplos de seres pertencentes a este Reino. Todavia, na descrição dos fungos, pouco foi tratado de sua complexidade, focando apenas em sua morfologia. Verificamos que, de maneira criativa, o grupo buscou exemplificar ambos os grupos de microrganismos, contextualizando-os com exemplos amazônicos. Por exemplo, ao citar doenças bacterianas, destacaram o cólera e a leptospirose, patologias comumente encontradas na região, e que foram citadas durante a aula dialogada sobre o Reino Monera.

As citações referentes à Amazônia, identificadas neste mapa (figura 1), corroboram os resultados dos trabalhos de Frota (2016) e Da Paz e Leão (2018), que relatam que as aulas dialogadas com a exposição de novos conceitos, e com a participação ativa dos alunos, estimula-os para a obtenção e assimilação de novos conhecimentos com base nos que eles já possuem, organizando-os em sua estrutura cognitiva, e expondo-os durante uma avaliação, como a elaboração de um MC, como neste caso.



Figura 1 – Mapa Conceitual Colaborativo da Turma A, Grupo 1 – MCC G1.



Fonte: Próprios autores (2020)

Sobre a prática experimental, os estudantes registraram no MCC, com base em suas observações diárias no laboratório, que os fungos demoraram mais dias para formar colônias do que as bactérias, demonstrando assim, serem capazes de tirar suas próprias conclusões de maneira autônoma, habilidade importante que deve ser trabalhada durante o processo formativo (SILVA, 2018; MORESCO *et al.*, 2017; BRASIL, 2017).

Esse MC, foi avaliado topologicamente como nível 5, inclusive, identificamos a presença de uma ligação cruzada, ou *cross-link* (NOVAK; CAÑAS, 2010), 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, 2010; NOVAK, 2004; MORAES, SANTANA; VIANA-BARBOSA, 2011).

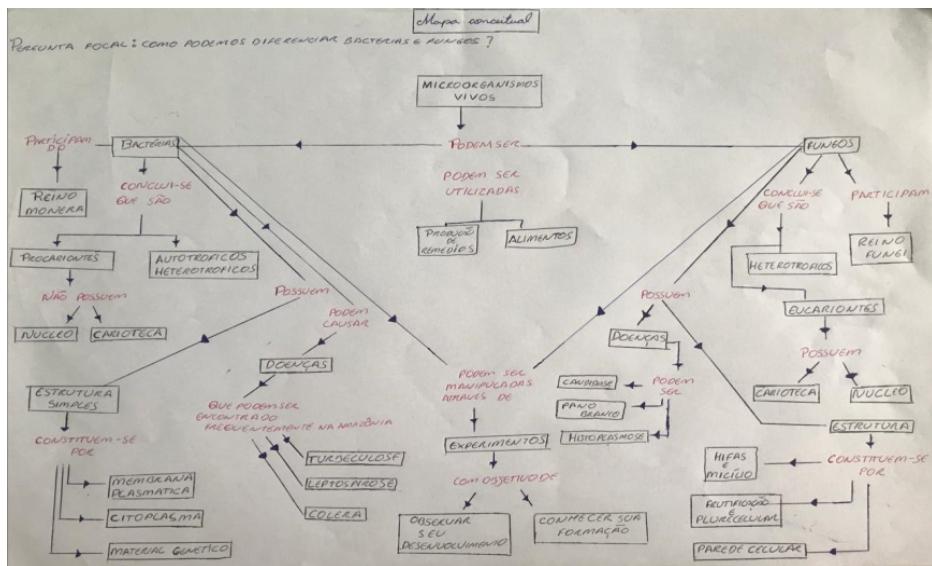
Já o MCC produzido por G2, foi avaliado com média final, 6,2, com qualidade de desempenho bom (Figura 2). O MCC G2 tratou superficialmente das questões referentes às bactérias e fungos, dando ênfase somente à questão de classificação e estrutura em nível celular, ainda assim de maneira incompleta.

No critério referente à Microbiologia na Amazônia, o MMC G2 fez menção somente às doenças bacterianas, citando exemplos discutidos na aula dialogada. Ficaram ausentes exemplos e/ou menções aos fungos da região.

Já sobre as práticas, os estudantes deste grupo conseguiram, de maneira articulada, mencionar que ambos os tipos de microrganismos podem ser manipulados através de experimentos, objetivando 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; FARIA; MARTIN; CRISTO, 2015).



Figura 2 – Mapa Conceitual Colaborativo da Turma A, Grupo 2 – MCC G2.



Fonte: Próprios autores (2020)

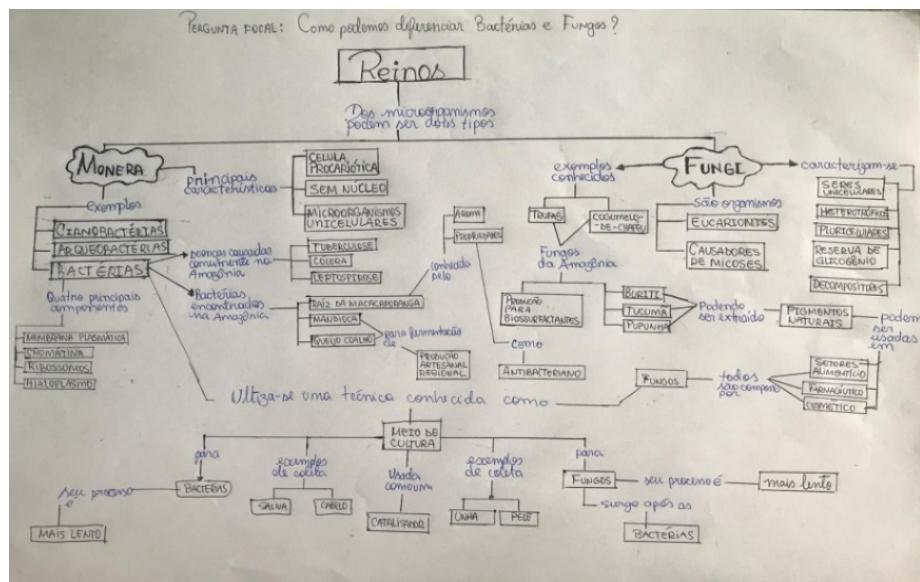
Topologicamente, o mapa da Figura 2 foi classificado como nível 5, pois mesmo não apresentando informações mais amplas em termos de conteúdo, o mapa mostrou uma complexidade estrutural interessante, com apenas a ausência da conexão de uma frase de ligação à uma proposição. Deduzimos que tal equívoco 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, 2003; MOREIRA, 2010; NOVAK, 2010).

Entre os mapas produzidos pela turma A, o MCC G3 (figura 3) se destacou com maior média, 9,3, inclusive entre as duas turmas avaliadas, sendo designado como muito bom. Tal média deveu-se à estruturação sistemática dos conceitos pré-estabelecidos nos critérios (rubricas). Na descrição das bactérias, além de mencionar os seres pertencentes a este reino, descreve características morfológicas importantes, destacando a relevância de tais organismos para a produção de alimentos. Na descrição sobre os fungos, este mapa foi se aprofundando nos conceitos mais gerais, “raiz” (AGUIAR; CORREIRA, 2013; NOVAK, 2004, 2010), como, por exemplo, citando-os como seres eucariontes, até chegar a conceitos mais específicos, destacando que são heterotróficos, uni e pluricelulares, que fazem reserva de glicogênio, e atuam como destratores. De maneira articulada, este mapa relacionou a Amazônia e a microbiologia, destacando que bactérias podem ser encontradas em raízes de plantas amazônicas, e são utilizadas nas indústrias farmacêuticas para produção de antibióticos, citando inclusive, as doenças frequentes na região. Os fungos também foram exemplificados por sua presença em frutos nativos da Amazônia, conteúdos discutidos durante as aulas.

Quanto às práticas experimentais, o MCC G3 citou os materiais nos quais microrganismos podem ser detectados, utilizando o termo “local de coleta”. 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 os fungos crescem após as bactérias, teoria levantada por eles.

Figura 3 – Mapa Conceitual Colaborativo da Turma A, Grupo 3 – MCC G3.





Fonte: Próprios autores (2020)

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

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

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, os estudantes utilizaram informações que possuíam previamente como ancoragem (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2006; 2010) aliadas aos novos conceitos e informações mais específicas, revelando, desta maneira, uma potencial aprendizagem. Houve 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 mapas colaborativos, utilizaram de forma sofisticada esses conceitos apoiados em novos significados. Por exemplo, o MCC G1 destaca características estruturais mais aprofundadas como, “bactérias possuem em sua estrutura a mureína, e são classificadas como gram+ e gram-”, e “fungos são aeróbios e anaeróbios e podem se estruturar em hifas”.

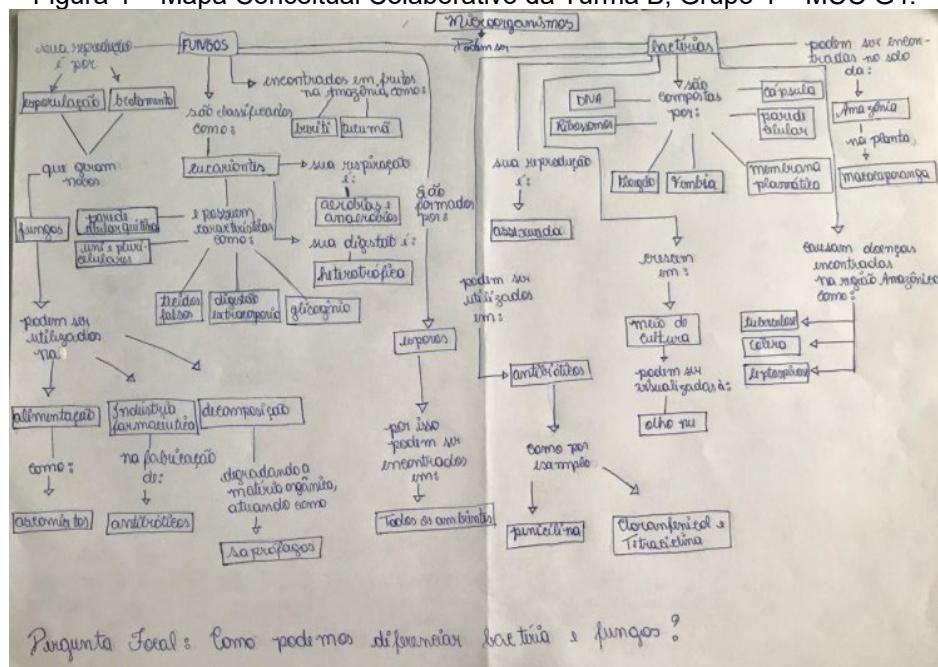
Os MCC G2 e G3, além de demonstrarem a apreensão de novas informações sobre a morfologia de fungos e bactérias, mencionam doenças bacterianas citadas por eles no início da aula sobre o Reino Monera, através dos conhecimentos prévios registrados nos *post-it*. Na atividade, citaram a palavra rato de forma não esclarecida, mas esta estava relacionada à 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.

Na turma B, foram produzidos dois MCs colaborativos. O MCC G4 (Figura 4) alcançou 8,5 de média, com qualidade de desempenho muito bom. Durante a descrição dos dois tipos de microrganismos, 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 MCC, demonstra um aprofundamento do conhecimento sobre este Reino, tendo em vista que, segundo Aguiar e Correia (2013), quanto mais distante da pergunta focal os conceitos estiverem, e de maneira coerente, maior a compreensão do aprendente.

Figura 4 – Mapa Conceitual Colaborativo da Turma B, Grupo 4 – MCC G4.



Fonte: Próprios autores (2020)

Para contextualizar a Amazônia, os alunos destacaram, assim como os demais grupos, as patologias comuns da região causadas por bactérias, e a presença de fungos e bactérias em algumas espécies vegetais que podem ser utilizadas nos setores de alimentos e farmacêutico. Para as práticas experimentais, destacam que o meio de cultura serviu para ver as bactérias a olho nu. Intrinsicamente, 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.

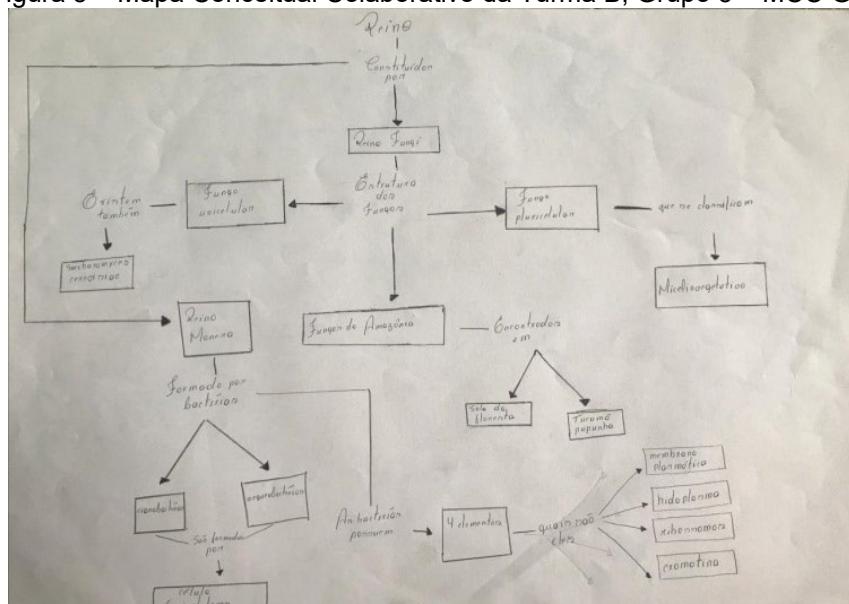
Na topologia, o MCC G4 foi avaliado com o nível 5, tendo apresentado características interessantes como, níveis de aprofundamento de conceitos, alta ramificação em vários setores, presença de uma ligação cruzada que, visivelmente levou a *insights* criativos do mapeador (NOVAK, 2010) ao destacar a questão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

O segundo mapa elaborado pela turma B, foi o MCC G5 (Figura 5), 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 microrganismo para contextualizar a Amazônia, destacando a presença de fungos no solo da floresta e na vegetação. O MCC G5 também não mencionou as práticas experimentais realizadas durante a sequência didática, sendo avaliado neste critério com o menor nível. As informações contidas neste mapa mostram que o grupo elaborou o seu mapa com base em seus conhecimentos prévios identificados durante a elaboração dos MCs individuais, mas, evidenciou pouco avanço na aquisição de novos conhecimentos. A ramificação média e os poucos níveis de aprofundamento dos conceitos também revelam a obtenção de pouco conhecimento (NOVAK 2002; CAÑAS *et al.*, 2006; AGUIAR; CORREIA, 2013) durante as aulas.

Apesar de apresentar características básicas no que se refere ao conteúdo proposto na pergunta focal, topologicamente o MCC G5 se mostrou sistemático na sua estrutura. Inclusive, em um de seus setores, é possível observar uma ligação cruzada, aspecto que evidencia bom conhecimento e criatividade na elaboração, mas, por possuir baixa ramificação, foi avaliado no nível 3 da taxonomia.

Figura 5 – Mapa Conceitual Colaborativo da Turma B, Grupo 5 – MCC G5.



Fonte: Próprios autores (2020)

Os resultados da avaliação final dos mapas colaborativos produzidos pela turma B mostram que houve diferenças no que tange a aquisição de conhecimento demonstrado através da análise.

O MCC 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 nos *post-it*, 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 transpor em uma avaliação ou em contextos diferentes (AUSUBEL, 2000; MAYER, 2002; MOREIRA, 2006; NOVAK, 2010).

Já o MCC 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 de o aprendiz apresentar predisposição para aprender (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 interferiu diretamente nos resultados.

Outra questão a ser levantada é que G5 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 apresentar a ausência da revisão contínua, etapa essencial durante a elaboração de um MC, e tal revisão poderia auxiliar em mudanças significativas na estrutura e no conteúdo do mapa G2, tendo em vista que um MC nunca está pronto (AGUIAR; CORREIA, 2013), já que 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.

Considerações finais

O desenvolvimento da sequência didática que incluiu os conteúdos sobre microrganismos da Amazônia permitiu 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 intenção de ensinar a microbiologia geral a partir de exemplos regionais trouxe resultados significativos, visto que nos mapas conceituais produzidos pelos estudantes 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 da sequência didática. Essas observações evidenciam as contribuições da sequência proposta neste estudo para a aprendizagem significativa destes conteúdos.

Quanto ao uso de organizadores prévios e mapas conceituais individuais e colaborativos como instrumentos diagnóstico e avaliativo, os resultados obtidos apontam para uma contribuição significativa durante o processo de aprendizagem dos estudantes, visto que além das questões estruturais avaliadas, observamos a aquisição de novos conhecimentos através da complexidade de informações e conexões expostas nos mapas conceituais finais e colaborativos.



Referências

- ALBUQUERQUE, G. G; DA SILVA BRAGA, R. P; GOMES, V. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, p. 58-68, jan/abr. 2012. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1913>. Acesso em: 05 de Nov. 2020.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**. São Paulo: Moraes, 1982.
- 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, Springer-Science+Business Media, B. V. 2000.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- 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, p. 22-36, mai/ago. 2014. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/2478>. Acesso: 05 nov. 2020.
- 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. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237026678_Ocorrencias_de_bacterias_solubilizadoras_de_fosfato_de_calcio_nas_raizes_de_plantas_na_Amazonia_brasileira. Acesso: 05 nov. 2020.
- BEZERRA, H. B. S. **A contextualização prática como recurso de aprendizagem no ensino de microbiologia**. 2016. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2016.
- BRASIL**. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017.
- 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. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/viewFile/2262/1260>. Acesso: 05 nov. 2020.
- CAMPOS S. C. ANDRADE M. C. N. Aproveitamento de resíduos madeireiros para o cultivo do cogumelo comestível *Lentinus sthigosus* de ocorrência na Amazônia. **Acta Amazônica**. v.41, n.1, p. 7, 2011.
- CAÑAS, A. J. et al. Confiabilidad de uma taxonomia topográfica 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, 2006, p. 153-161.

CASTRO, D. P. de. **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. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6260>. Acesso: 05 nov. 2020.

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

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. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/educacao/article/view/2760>. Acesso: 05 nov. 2020.

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. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4652515/mod_resource/content/1/ComoFazerBonsMC_RBPE2013.pdf. Acesso: 05 nov. 2020.

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, 524-530, 2011. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/853>. Acesso: 05 nov. 2020.

ESCHER, S. K. S. **Bioprospecção de actinobactérias isoladas da rizosfera de Aniba parviflora Synfragans (Macacaporanga) da Amazônia e avaliação da atividade antimicrobiana.** 197 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/22671>. Acesso: 05 nov. 2020.

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 educação médica**, p. 143-150, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010055022015000100143&script=sci_abstract&tlang=pt. Acesso em: 05 nov. 2020.

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. Disponível em: <https://scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2020.

FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, p. 273-291, 2001. Disponível em: <http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/11.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2020.

FREITAS, C; CARRENHO, R. Fungos Micorrízicos Arbusculares. **Portal do INPA**, Manaus, 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.** 160 f. Tese (Doutorado



em Enfermagem) - Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Departamento de Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/15915/1/2016_tese_nmfrota.pdf. Acesso em: 05 nov. 2020.

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. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5141/514151730009.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2020.

LIMA, D. C. R. **Microrganismos degradadores de petróleo isolados de solos rizosféricos da Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas**. 60 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e produtos naturais), Universidade do Estado do Amazonas–UEA. Manaus, 2010. Disponível em: <http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/18-15.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2020.

LOGUERCIO-LEITE, C. et al. A particularidade de ser um fungo—I. Constituintes celulares. **Biotemas**, v. 19, n. 2, p. 17-27, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21201>. Acesso em: 05 nov. 2020.

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

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, 2018. p. 109-125.

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

MORAES, R. M. **A Aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais**. 2005. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2005. Disponível em: <https://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/7796-a-aprendizagem-significativa-de-conteudos-de-biologia-no-ensino-medio-mediante-o-uso-de-organizadores-previos-e-mapas-conceituais-com-apoio-de-um-software-especifico.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2020.

MOREIRA, F.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2.ed. Editora UFLA, 2006.

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://goo.gl/XAIxhL>. Acesso em: 16 abr. 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.



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

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. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_3_2_ex1156.pdf. Acesso em: 05 nov. 2020.

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

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. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5284>. Acesso em: 05 nov. 2020.

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. **Conocimiento e aprendizaje**: Los Mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. Madrid: Editorda Alianza 1998.

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

OLIVEIRA, A. N. de; FLOR, N. S.; OLIVEIRA, L. A. de. Influência do pH e temperatura sobre a atividade amilolítica de rizóbios isolados de solos da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 2, p. 401-404, 2010.

PAZZA V. A; ZARDO, C; MARTINS K. R; SCHUHLI DA C. T; MIOTTO B. D. Composição nutricional e propriedades funcionais fisiológicas de cogumelos comestíveis. **FAG Journalof Health**, v. 1, n. 3, p. 240-265, 2019.

PEIXOTO J. C. C; Astolfi-Filho S., SOUZA J. V; 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. **Genetics and Molecular Research**, 10:1–2. 2011.

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

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. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862011000400012. Acesso em: 05 nov. 2020.



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

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

SILVA, F. G. L. **Microbiologia no Ensino Médio**: proposta de um roteiro de aulas práticas experimentais com materiais alternativos. 2018. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciência Biológicas)-Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão. 2018. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/handle/123456789/28918>. Acesso em: 05 nov. 2020.

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.

SOUZA, A. D. L. et al. Isolamento do alcaloide glandicolina B de um fungo endofítico de *Mauritia flexuosa* e atividades antimicrobianas desta substância. In: Encontro Anual da Sociedade Brasileira de Química, **Anais...**, Florianópolis, 2011.p. 1.

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, VI SINPECT. **Anais...**, Ponta Grossa: 2018, p. 1-9.

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

TAVARES E. B. **Citologia para estudantes surdos**: uma unidade de ensino potencialmente significativa. 2018. Dissertação. 2018. 164 f. (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas IFAM. 2018. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/340>. Acesso em: 05 nov. 2020.

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

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. Disponível em: https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/00_Pretextuais_Livro_2.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.

TORRES, P. L; ALCANTARA, P.; I; ESROM, 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 (BioteAmazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 3, n. 1, p. 58-65, 2013.

ZANOTTO, S. P.; ROMANO, I. P.; LISBOA, L. U. S.; DUVOISIN JR., S.; MARTINS, M. K.; LIMA, F. A.; SILVA, S. F.; ALBUQUERQUE, P. M. Potential application in biocatalysis of mycelium-bound lipases from Amazonian fungi. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 6, p. 1046-1059, 2009.



Recebido: 20/04/2020

Aprovado: 13/11/2020

Como citar: SOUZA, A. S. et al. Contextualizando o ensino de microbiologia na região amazônica. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 6, e127020, 2020.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

