

MAPAS CONCEITUAIS NA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DECORRENTE DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

CONCEPT MAPS IN THE EVALUATION OF LEARNING FROM POTENTIALLY MEANINGFUL TEACHING SEQUENCES FOR SCIENCE EDUCATION

José Antônio Bezerra de Oliveira¹, Patrícia Smith Cavalcante², Kátia Aparecida da Silva Aquino³

Recebido: outubro/2022 Aprovado: novembro/2022

Resumo: O presente artigo versa sobre a avaliação de sequências de ensino idealizadas para o ensino de ciências que tenham potencial para desenvolver aprendizagens significativas, ou seja, que levem em consideração os conhecimentos prévios do estudante e a assimilação de novos conceitos de modo articulado, não-litera e substantivo, propiciando o surgimento de novos significados para ele. O objetivo do estudo foi avaliar a aprendizagem decorrente de sequências de ensino potencialmente significativas para o ensino de ciências via mapas conceituais. Sendo assim, os estudantes foram submetidos a algumas sequências de ensino e produziram mapas de conceitos antes e após cada abordagem da sequência. A análise comparativa dos mapas conceituais para cada abordagem constatou potencialidade das sequências de ensino aplicadas para a promoção de uma aprendizagem significativa. Além disso, percebeu-se que os mapas favoreceram a organização conceitual dos estudantes, indicando que seu uso nas aulas de ciências pode auxiliar o professor nos processos de ensino e aprendizagem de forma significativa e subsidiar novas perspectivas de avaliação do aprendizado.

Palavras-chave: aprendizagem significativa, avaliação, mapeamento conceitual

Abstract: This article is about the evaluation of teaching sequences designed for science teaching that have the potential to develop meaningful learning, i.e., which take into account the student's prior knowledge and the assimilation of new concepts in an articulated, non-litera and substantive way, leading to the emergence of new meanings for the student. The objective of the study was evaluating learning from potentially meaningful teaching sequences for science education via concept maps. Thus, students were submitted to a series of teaching sequences and they produced concept maps before and after each sequence approach. The comparative analysis of the concept maps for each approach found the potential of the didactic sequences applied to promote meaningful learning. In addition, it was noticed that the maps favoured the conceptual organization of the students, indicating that their use in science classes can help the teacher in the teaching and learning processes in a meaningful way, and subsidize new perspectives of learning evaluation.

Keywords: meaningful learning. evaluation. concept mapping.

1  <https://orcid.org/0000-0003-4952-7746> - Mestre em Ensino das Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor da Rede Estadual de Educação Integral de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. Pesquisador do Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Aprendizagem Significativa da UFPE. Correspondência: Rua Severino Pereira as Silva, 57, Umbura, Igarassu, Pernambuco, Brasil. E-mail: j.antoniobezerra@gmail.com.

2  <https://orcid.org/0000-0003-3570-684X> - Doutora em Educação pela Universidade Federal de Pernambuco. Professora da UFPE Recife, Pernambuco, Brasil. Líder do Grupo de Estudos em Novas Tecnologias e Educação da UFPE. E-mail: patricia.cavalcante@ufpe.br.

3  <https://orcid.org/0000-0001-8895-6637> - Pós-doutorado em Educação Tecnológica pela UFPE. Professora do Colégio de Aplicação da UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil. Líder do Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Aprendizagem Significativa da UFPE. E-mail: aquino@ufpe.br.

1. Introdução

Passados anos de estudos e pesquisas acerca dos processos de ensino e aprendizagem na educação básica, percebe-se que o ensino das ciências vem ainda se constituindo como um processo arbitrário, literal e de memorização (MOREIRA, 2021a, 2021b). Tal processo acaba causando desestímulo dos estudantes que, por uma parcela de professores, são vistos apenas como receptores e replicadores de informações (MOREIRA, 2017, 2021a). Nesta direção, Moreira (2011) comenta que os conhecimentos assimilados pelos estudantes necessitam fazer sentido para eles, de modo que sejam significativos.

Tendo como base as concepções e ideias pré-existentes na estrutura cognitiva do estudante e sua predisposição a aprender, o professor pode fazer com que as informações trazidas por ele próprio ou pelos recursos didáticos se relacionem com conhecimentos prévios do estudante numa espécie de “ancoragem”. Nesta interação, ambos os conhecimentos (novo e prévio) se reconfiguram, passando a ter sentido para quem aprende. Esse processo, teorizado por David Ausubel, é o cerne da Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS (AUSUBEL, 1963, 2003). Quando não são considerados os conceitos prévios (ou subsunçores) do estudante, a aprendizagem pode se tornar unicamente mecânica e não-significativa (MOREIRA, 2010).

O ensino puramente mecânico (memorização) não leva necessariamente, em um primeiro momento do processo, o estudante a uma aprendizagem com significado (OLIVEIRA; SILVA; AQUINO, 2017). Isso acontece porque os indivíduos são dotados de múltiplas inteligências e com a capacidade de relacionar as diversas representações do conhecimento que foram internalizadas com as novas informações que recebem em um episódio de ensino (LEMONS, 2011). Assim, a memorização como única forma de aprendizagem não leva a um efetivo resultado de construção de significados (MOREIRA, 2021b).

Ainda nessa perspectiva, cabe ressaltar que a aprendizagem significativa e a mecânica não são dicotômicas, mas extremos de um mesmo gradiente de aprendizagem. Em algumas situações a assimilação mecânica pode conceber retenções significativas, que em outro momento podem se tornar subsunçores para novas informações (AUSUBEL, 2003). Outrossim, o impacto que uma aprendizagem com significado tem sobre a construção de saberes do indivíduo é superior ao da simples memorização (MOREIRA, 2012).

A esquematização de estratégias potencialmente promotoras de aprendizagem significativa (potencialmente significativas) necessitam estar consoantes com princípios chaves da TAS: a) predisposição do estudante a aprender; b) tarefas organizadas considerando os conhecimentos prévios dos estudantes e c) assimilação de modo não-arbitrário, não-literal e substantivo das informações (conceitos) apresentados pelo professor na abordagem didática (AUSUBEL, 2003). Posto isto, a utilização de sequências e estratégias didáticas ordenadas segundo os elementos supracitados pode representar um avanço nos processos de ensino e aprendizagem das Ciências Naturais. Isso porque esses percursos de ensino podem proporcionar um aprendizado ativo, articulado e substantivo, visto que os conceitos apresentados passam a fazer sentido para o estudante (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011; OLIVEIRA; SILVA; AQUINO, 2017).

Nessa direção, a avaliação das aprendizagens significativas decorrentes da aplicação de sequências/estratégias de ensino necessita ser realizada com instrumentos que evidenciem as relações significativas entre os conceitos presentes no constructo cognitivo do estudante e o novo conhecimento. A exemplo disto podemos citar os mapas conceituais (MCs): esquemas gráficos que ilustram como os conceitos se articulam para formar proposições que podem estar estabilizadas na estrutura cognitiva do aprendiz (NOVAK; CAÑAS, 2006).

Os MCs podem ser utilizados como ferramenta para sondagem, análise, planejamento, organização de informações, estruturação do conhecimento, avaliação de estratégias ou do conhecimento, dentre outros (MOREIRA, 2005b; NOVAK, 1990). Quando se produz um MC, é necessário que o mapeador responda a uma pergunta focal, a fim de delimitar os conceitos a serem transpostos para o mapa. Além disso, espera-se que um MC apresente uma organização hierárquica, em que o mapeador relaciona os conceitos da forma mais inclusiva para a mais específica (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Avaliar a aprendizagem significativa que pode emergir da utilização de sequências de ensino, via mapas conceituais, é um caminho possível para a compreensão das potencialidades que tais estratégias têm de promover uma assimilação e retenção significativas do conhecimento. Assim, esse estudo objetivou avaliar a aprendizagem decorrente de sequências de ensino potencialmente significativas para o ensino de ciências via mapas conceituais.

2. Pressupostos Teóricos

Quando o professor considera as concepções prévias (lê-se subsunçores) do estudante para ensinar um determinado conteúdo conceitual e o estimula a ter interesse pela temática abordada, é iniciado no aprendiz um processo de assimilação, de forma não-arbitrária, não-litera e substantiva das informações apresentadas. Nesse processo ambos os conhecimentos (prévios e novos) se modificam, emergindo daí novos significados, algo preconizado pela TAS (AUSUBEL, 1963, 2003). Em outras palavras, a aprendizagem será significativa quando as novas informações apresentadas ao estudante passam a significar algo para ele, quando, por exemplo, consegue entender e explicitar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de argumentar, criticar, refletir ou resolver problemas com os conhecimentos construídos (MOREIRA, 2005a, 2008).

Cabe salientar que os subsunçores são ideias, símbolos, representações mentais, proposições, etc. (MOREIRA, 2012), sendo considerados a variável mais importante para a promoção de uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1963, 2003). Por outro lado, quando não há subsunçores específicos para iniciar um processo de aprendizagem com significado, ou os que existem representam um obstáculo didático, Ausubel recomenda o uso dos organizadores prévios. Tais organizadores objetivam estabelecer uma “ponte cognitiva” entre concepções que o aprendiz já sabe (mas que são insuficientes para uma aprendizagem significativa) e o material/ação potencialmente significativos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Os organizadores prévios podem ser “expositivos”, quando o material a ser estudado não é familiar ao aprendiz; ou “comparativos”, quando os conceitos expostos pelo material são

utilizados para integrar novas ideias a conceitos afins previamente estabelecidos na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA; MASINI, 1982).

Materiais/estratégias potencialmente significativos são recursos que possuem potencial para desenvolver uma aprendizagem significativa. Moreira (2011) comenta que um material será considerado potencialmente significativo se: a) o recurso possuir uma sequência lógica adequada e b) o aprendiz possuir os subsunçores necessários em sua estrutura cognitiva capazes de reter o novo conhecimento. Essa sequência lógica é concebida a partir da observância de processos inerentes à TAS:

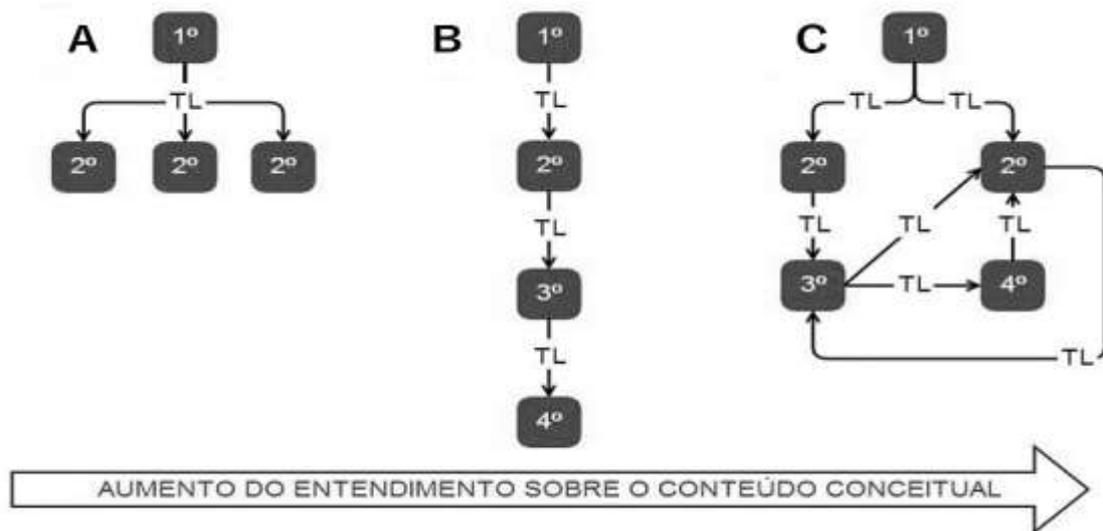
- a) A diferenciação progressiva – DP (Os conceitos são desenvolvidos do modo mais inclusivo e geral para o mais específico) (AUSUBEL, 1963, 2003).
- b) reconciliação integradora – RI (estabelecem-se relações entre conceitos, enfatizando as diferenças, semelhanças e intersecções) (AUSUBEL, 1963, 2003).
- c) organização sequencial das ações promotoras dos processos de DP e RI.
- d) consolidação da aprendizagem, que leva a insistir no entendimento do que está sendo estudado antes de inserir novas informações. Decorre naturalmente do princípio que o conhecimento prévio é o elemento que mais influencia a aprendizagem subsequente (MOREIRA, 2005a).

Para avaliar a efetividade de materiais/estratégias potencialmente significativos, os MCs configuram-se como uma ferramenta potencial. Isso porque eles foram idealizados com base na TAS por Joseph Novak e colaboradores, em estudos em que analisavam a compreensão conceitual que estudantes tinham sobre a temática 'Natureza da Matéria' (NOVAK, 1990). Assim, foi observado que os mapas conceituais exibiam relações entre os conhecimentos pré-existentes, as informações recebidas e os conhecimentos construídos (NOVAK; CAÑAS, 2006; NOVAK, 1990). Então, os MCs podem ser utilizados para constatar a compreensão que o indivíduo possui sobre um dado tema-focal (AQUINO; CHIARO, 2013; NOVAK; CAÑAS, 2010).

Um MC é constituído por conceitos (indicados por palavras ou símbolos), ligados por um termo de ligação (TL) que os associam. Dessa forma, a tríade Conceito A + TL + Conceito B forma uma proposição, que é a unidade básica de um mapa conceitual. Aguiar e Correia (2013) propõem alternativas para analisar os mapas:

- a) a observância dos conceitos apresentados como resposta à pergunta focal proposta no MC;
- b) clareza semântica das proposições;
- c) organização hierárquica dos conceitos, para que se possa verificar como ocorre os movimentos de DP e RI.

Figura 1 – Estruturas típicas de mapas conceituais, sendo A) radial, B) linear e C) rede, e sua relação com o entendimento acerca de um conteúdo conceitual. Fonte: Aguiar e Correia (2013)



Assim, a compreensão que um indivíduo tem sobre um dado conteúdo conceitual pode ser observada a partir da forma como seu MC construído está organizado. À medida em que novos conhecimentos sobre um dado conteúdo conceitual são estabelecidos, a estrutura do MC também se modifica, como exibe a Figura 1.

Na Figura 1 a estrutura linear (A) indica um nível mais simples de compreensão sobre um conhecimento. Por outro lado, a estrutura em rede (C) aponta um entendimento mais complexo e sofisticado sobre um dado conhecimento. Em adição, os mapas conceituais vêm sendo estudados do ponto de vista metacognitivo, como propiciadores de ações argumentativas em nível intrapessoal. Por ser a argumentação um movimento nítido de negociação de significados, a produção de MCs se constitui um campo fértil para que a aprendizagem se estabeleça de forma significativa e reflexiva (CHIARO; AQUINO, 2017).

3. Material e Métodos

Classificação da pesquisa

Este estudo classifica-se como qualitativo, por buscar desenvolver um entendimento aprofundado de um tema, questão ou problema sob uma dada perspectiva; explicativo, pois busca identificar as causas dos fenômenos estudados, além de registrar e analisá-los; e documental (GIL, 2008).

Ambiente e Sujeitos da pesquisa

As seqüências de ensino foram aplicadas na Escola de Referência em Ensino Médio Professora Eurídice Cadaval, localizada no Município de Itapissuma, Estado Pernambuco, em turmas da 2ª (43 estudantes) e 3ª (40 estudantes) séries do Ensino Médio. As abordagens didáticas aconteceram nas aulas dos componentes curriculares de Biologia, Prática em Laboratório de Biologia e Prática em Laboratório de Química, cuja hora-aula correspondia a 50 minutos.

Preparação das sequências de ensino potencialmente significativas

Foram produzidas três sequências de ensino para o estudo de diferentes temas que são trabalhados na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. No Quadro 1 é mostrada a organização das sequências de ensino que foram elaboradas pelos autores, visando o ensino de temas conceituais no Ensino Médio.

Quadro 1 – Organização geral das sequências de ensino elaboradas para o ensino de ciências.

Turma	Área	Tema Conceitual	Horas-aula utilizadas
2º ano	Morfofisiologia Humana	Sistemas Locomotores	7
3º ano	Ciências Ambientais	Água: reflexões e desafios	8
3º ano	Ecologia	Herbivoria	6

Fonte: Autoria própria.

Quadro 2 – Ações desenvolvidas em cada sequência de ensino idealizada para o ensino de ciências.

Tema da Sequência	Ações
Sistemas Locomotores	<p>Aula 1 - Discussão de duas situações comuns entre os estudantes: 'acordar com torcicolo' e 'andar com mochila pesada e ter dor nas costas'; leitura da matéria 'estalar os dedos faz mal?' (https://goo.gl/9LxS7a).</p> <p>Aulas 2 e 3 - Utilização de vídeos expositivos sendo um para o sistema ósseo e outro para o sistema muscular, além da promoção de questionamentos sobre acontecimentos nos esportes, como a prática de musculação que envolvem a temática.</p> <p>Aula 4 e 5 - Utilização do aplicativo Vida Fitness® (https://goo.gl/nLGaZc) pelos estudantes para entender o contexto entre sistemas locomotores e práticas esportivas.</p> <p>Aula 6 - Discussão sobre músculos e ossos usados na realização dos principais movimentos corporais humanos.</p> <p>Aula 7 - Acesso ao site Locomotor (http://www.profze.wixsite.com/locomotor) via celular, tablet ou computador, para leitura das notícias relacionadas aos elementos dos sistemas locomotores.</p>
Água: reflexões e desafios	<p>Interdisciplinaridade entre Biologia e Língua Portuguesa</p> <p>Aula 1 - Discussão inicial sobre crise hídrica.</p> <p>Aulas 2, 3 e 4 - Exibição do filme "Vidas Secas".</p> <p>Aulas 5 e 6 - Aula deflagradora sobre a temática "Crise hídrica" envolvendo as duas disciplinas.</p> <p>Aulas 7 e 8 - Aplicação de estratégia FlexQuest (http://www.flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/geral) criada pelos autores para uma abordagem sobre o tema água.</p>

Herbivoria	<p>Aula 1 - Distribuição de problemas (casos), a ser solucionados pelos estudantes agrupados em quatro ou cinco indivíduos, sobre assuntos ligados a pragas, defesa vegetais contra herbivoria e danos foliares causados por herbívoros.</p> <p>Aulas 2 e 3 - Mediação pelo professor das discussões para solução dos casos, sendo utilizados os vários recursos escritos ou digitais disponíveis na escola (livros, internet, professores da área...)</p> <p>Aula 4 e 5 - Fechamento dos casos com uma discussão sobre a resolução deles no grande grupo.</p> <p>Aula 6 - Aula deflagradora relacionando a herbivoria com as cadeias alimentares.</p>
------------	--

Fonte: Autoria própria.

Elaboração de mapas conceituais para a avaliação das seqüências de ensino

De início foi ensinado aos estudantes o conceito e a elaboração de mapas conceituais. Após diversas situações de construção e avaliação do mapeamento deles, apropriaram-se do método de modo satisfatório. Para cada seqüência potencialmente significativa aplicada eles foram mobilizados a produzir individualmente um mapa conceitual inicial (antes da abordagem) – MC1 – e um mapa final (após a abordagem) – MC2, sem auxílio de materiais para consulta e escritos a próprio punho.

Foram estruturadas três perguntas-focais para nortear a construção dos mapas conceituais dos estudantes, sendo uma para cada seqüência (Quadro 3). Após, os MCs foram transpostos para o *software CMaps Tools*, a fim de se ter uma melhor visualização das proposições.

Quadro 3 – Perguntas-focais idealizadas para construção dos mapas conceituais de cada seqüência de ensino aplicada no ensino de ciências a estudantes da educação básica.

Seqüência	Pergunta focal
Sistemas Locomotores	Qual a função, constituição e dinâmica dos sistemas locomotores?
Água: reflexões e desafios	Qual a importância da água para nós?
Herbivoria	O que você sabe sobre herbivoria?

Fonte: Autoria própria.

Análise dos Mapas Conceituais

Os MCs produzidos pelos estudantes foram analisados levando em consideração sua estrutura, o número, nível de clareza, veracidade e criticidade das proposições, do grau de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa quando encontrados.

4. Resultados e Discussão

Percursos didáticos que causam impactos positivos nos processos de ensino e aprendizagem são indispensáveis para o desenvolvimento da formação integral do estudante.

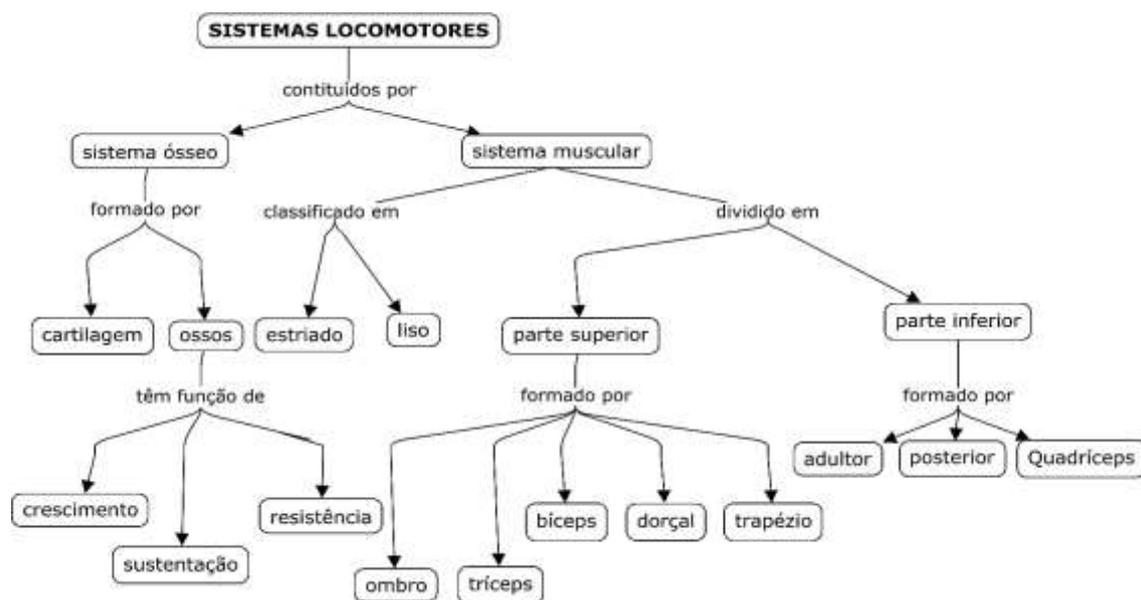
Oliveira, Aquino e Cavalcante (2020) e Oliveira, Nascimento e Aquino (2022) indicam que a utilização de materiais de aprendizagem diferentes dos tradicionalmente usados nas aulas tem potencial para despertar no estudante a predisposição a aprender.

Nesse sentido, a produção de mapas conceituais pelos estudantes neste trabalho foi realizada no sentido em que eles tivessem um instrumento que exibisse como se estabeleceram as relações entre seus conhecimentos prévios e as novas informações discutidas nas etapas das sequências de ensino as quais foram submetidos. Além disso, compreende-se que a construção de mapas conceituais pode auxiliar os estudantes tanto na organização como na construção do conhecimento de modo singular (AQUINO; CHIARO, 2013, OLIVEIRA; SILVA; AQUINO, 2017, OLIVEIRA; GUSMÃO; AQUINO, 2018)

Avaliação da sequência de ensino ‘Sistemas Locomotores’

Moreira (2005a) e Novak (1990) indicam que os mapas conceituais são representações externas que exprimem as representações mentais de quem faz o mapa. Deste modo, o MC1 (Figura 2) e o MC2 (Figura 3) de um estudante foi escolhido para análise da sequência *Sistemas Locomotores*.

Figura 2 – mapa conceitual inicial de um estudante submetido a sequência de ensino “Sistemas Locomotores”. Fonte: autoria própria

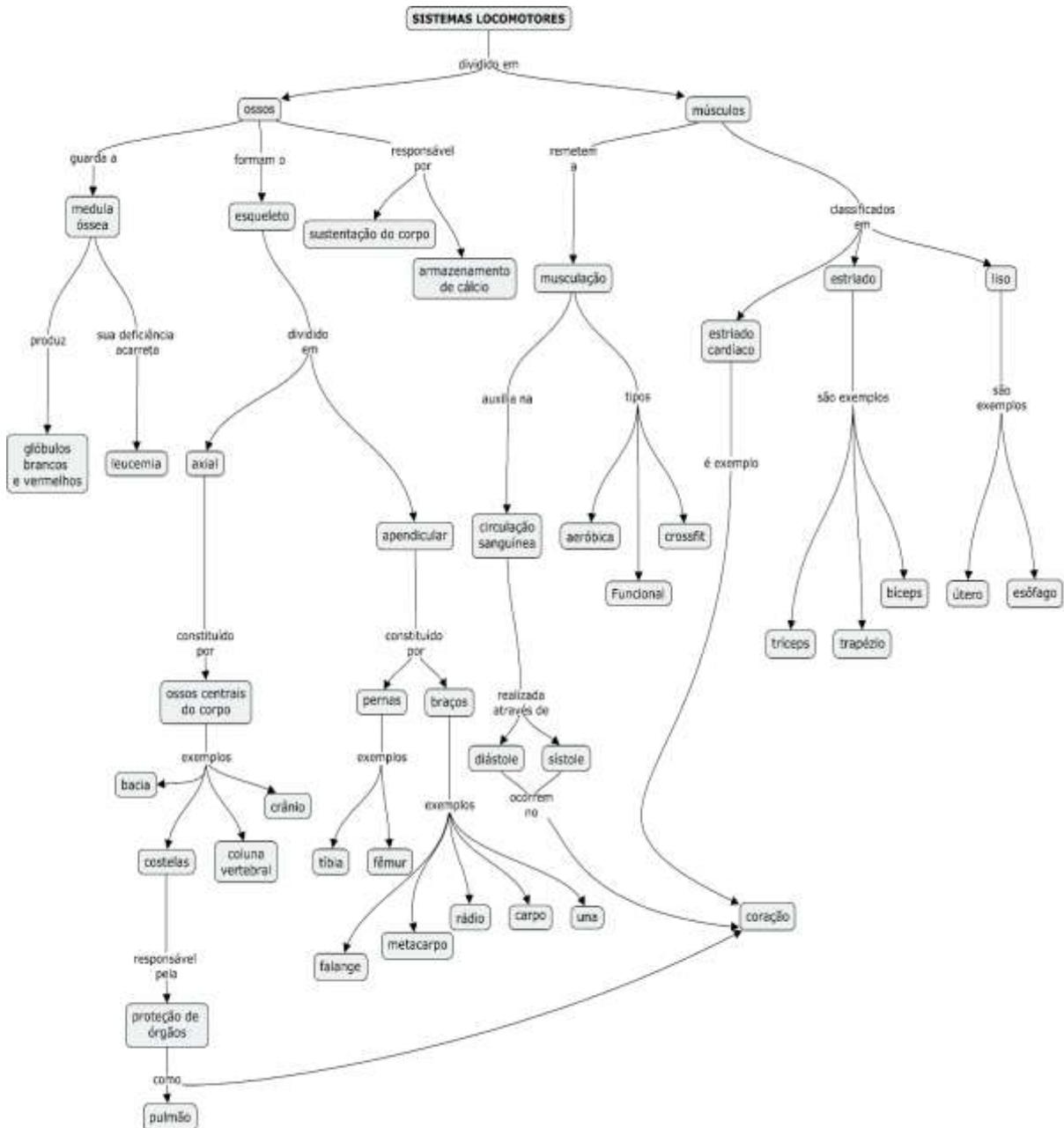


As proposições exibidas na Figura 2 representam os conhecimentos prévios do estudante e como ele articula esses saberes para responder à pergunta-focal. Os conceitos prévios observados a partir dos mapas serviram de subsídio para o direcionamento das outras etapas da sequência de ensino em questão, uma vez que se considera o conhecimento prévio como a variável mais importante para um aprendizado significativo (AUSUBEL, 2003).

Ainda no MC1 (Figura 2) observa-se boa hierarquização de conceitos, com a expansão deles do modo mais geral para o mais específico. Isso é visto através da indicação de classificação do sistema muscular do ponto de vista histológico, da divisão inadequada desse sistema em “parte inferior” e “parte superior” e do um bom conhecimento acerca do nome dos principais

músculos. Ainda, foi possível observar que o estudante diferencia progressivamente o sistema ósseo, com a apresentação da função dos ossos, entretanto indica o conceito “cartilagem” como componente desse sistema, algo incoerente.

Figura 3 – Mapa conceitual final de um estudante submetido a sequência de ensino “Sistemas Locomotores”. Fonte: autoria própria



Por outro lado, no MC2 (Figura 3) é possível observar que tanto o sistema muscular quanto o sistema ósseo continuam tendo a mesma posição hierárquica se comparado com o MC1 (Figura 2). Entretanto, o nível de diferenciação progressiva desses conceitos é notavelmente maior no MC2 (Figura 3), um forte indício de que os conhecimentos prévios ficaram mais enriquecidos.

Em ambos os MCs o estudante apresenta que os sistemas ósseo e muscular relacionam conceitos do ponto de vista anatômico, funcional e histológico de modo bem articulado, o que não seria possível caso o aprendizado tivesse sido puramente mecânico (AUSUBEL, 2003). Conceitos ligados à vida fitness, que não estavam presentes no mapa inicial, aparecem como uma especificação do sistema muscular no mapa final. O conceito novo “estriado cardíaco” aparece como uma nova classificação do ponto de vista histológico do sistema muscular e ambas as classes desse sistema passam a apresentar exemplificação conceitualmente corretas, algo ausente no MC1 (Figura 2).

A relação feita entre os conceitos “proteção de órgãos” (domínio do sistema ósseo) e “coração” (domínio do sistema muscular) se constitui como uma ligação cruzada. Ligações cruzadas são, segundo Novak e Cañas (2010), relações entre conceitos de diferentes domínios ou segmentos do mapa. Assim, interpreta-se que essas ligações são indício do processo de reconciliação integradora, que é um processo mais sofisticado da aprendizagem significativa (MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997). A estrutura do MC2 (Figura 3) disposta em rede reforça essa interpretação, pois indica um maior entendimento do estudante sobre o conteúdo conceitual (AGUIAR; CORREIA, 2013).

Os mapas dos outros estudantes indicaram movimentos correspondentes aos apresentados pelo MC do estudante aqui analisado, podendo-se inferir que há indícios de que há aprendizagem significativa em curso. Ademais, o professor de Biologia da turma reportou que houve um maior movimento dos estudantes em realizarem as atividades envolvendo tecnologias digitais, em que relatavam outras fontes de consulta e verificação de informações que traziam para o momento de ensino.

As tecnologias digitais têm potencial para favorecer novos modos de expressão, novos elementos cognitivos. Esses propiciam uma diversidade de modelos, configurações, ferramentas e redes. Ainda, a internet facilita o alcance e o trabalho com variadas fontes de informação que diversifica e multiplica as possibilidades de abordagens nos processos educativos. Essas reflexões, segundo Oliveira, Aquino e Cavalcante (2020), corroboram para uma progressividade do processo de aprendizagem significativa.

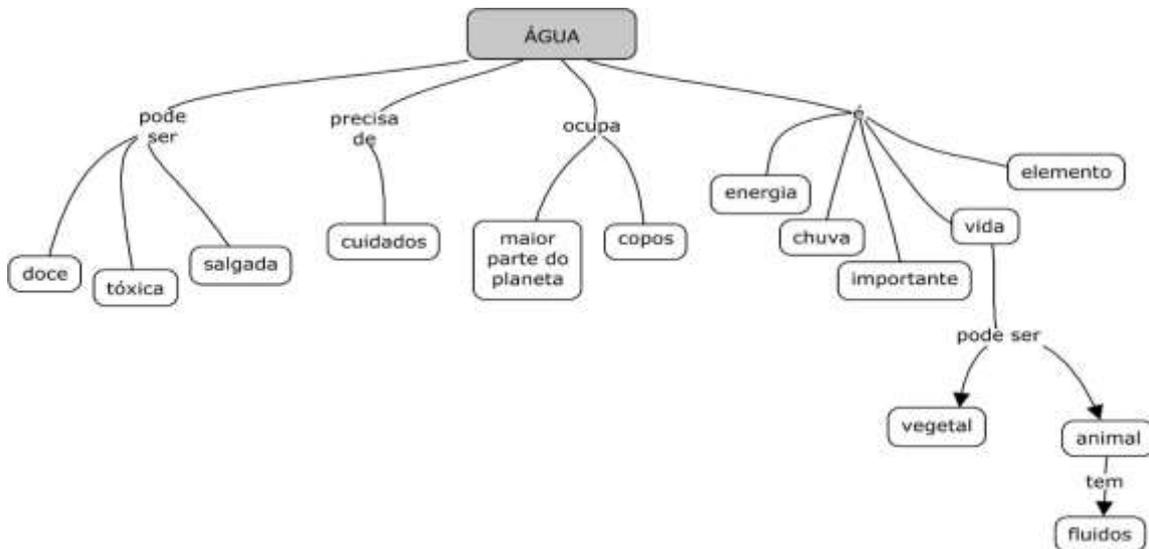
Avaliação da sequência de ensino ‘Água: reflexões e desafios’

A sequência de ensino “Água: reflexões e desafios” foi planejada de forma interdisciplinar, envolvendo os professores dos componentes curriculares de Língua Portuguesa e Biologia. Segundo Machado (2000), a interdisciplinaridade pode propiciar o desenvolvimento de uma aprendizagem com significado, sem o objetivo de confrontar componentes curriculares, mas facilitar os processos de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, para configurar uma estratégia interdisciplinar é preciso criar discussões e reflexões que envolvam as diferenças e as similares de áreas distintas do conhecimento, para que desperte no estudante a predisposição de aprender de forma contextualizada e de modo prazeroso e sensível (OLIVEIRA et al., 2020).

Na sequência de ensino construída, os professores puderam incentivar os estudantes a fazerem emergir seus conceitos prévios por meio dos MCs e trabalharam a partir daí, mesmo que estivessem com erros conceituais. Não se deve avaliar um mapa conceitual apenas pela reflexão dicotômica de certo ou errado, pois ele representa o construto cognitivo do estudante

atrelado às suas reflexões e sentimentos (MOREIRA, 2005b; CABALLERO; RODRÍGUEZ; MOREIRA, 1997). O que é significativo para alguém, mesmo que conceitualmente incorreto, tem um porquê e deve ser considerado no processo de ensino e aprendizagem (AUSUBEL, 2003).

Figura 4 – mapa conceitual inicial de um estudante submetido à sequência de ensino “Água: reflexões e desafios”. Fonte: autoria própria



As Figuras 4 e 5 ilustram o MC1 e MC2, respectivamente, produzidos por um estudante submetido à sequência de ensino “Água: reflexões e desafios”. Essa sequência traz um conjunto de conceitos relacionados aos fatores que impactam a seca, a convivência do ser humano em regiões semiáridas e tecnologias para auxiliar no convívio com a escassez de água.

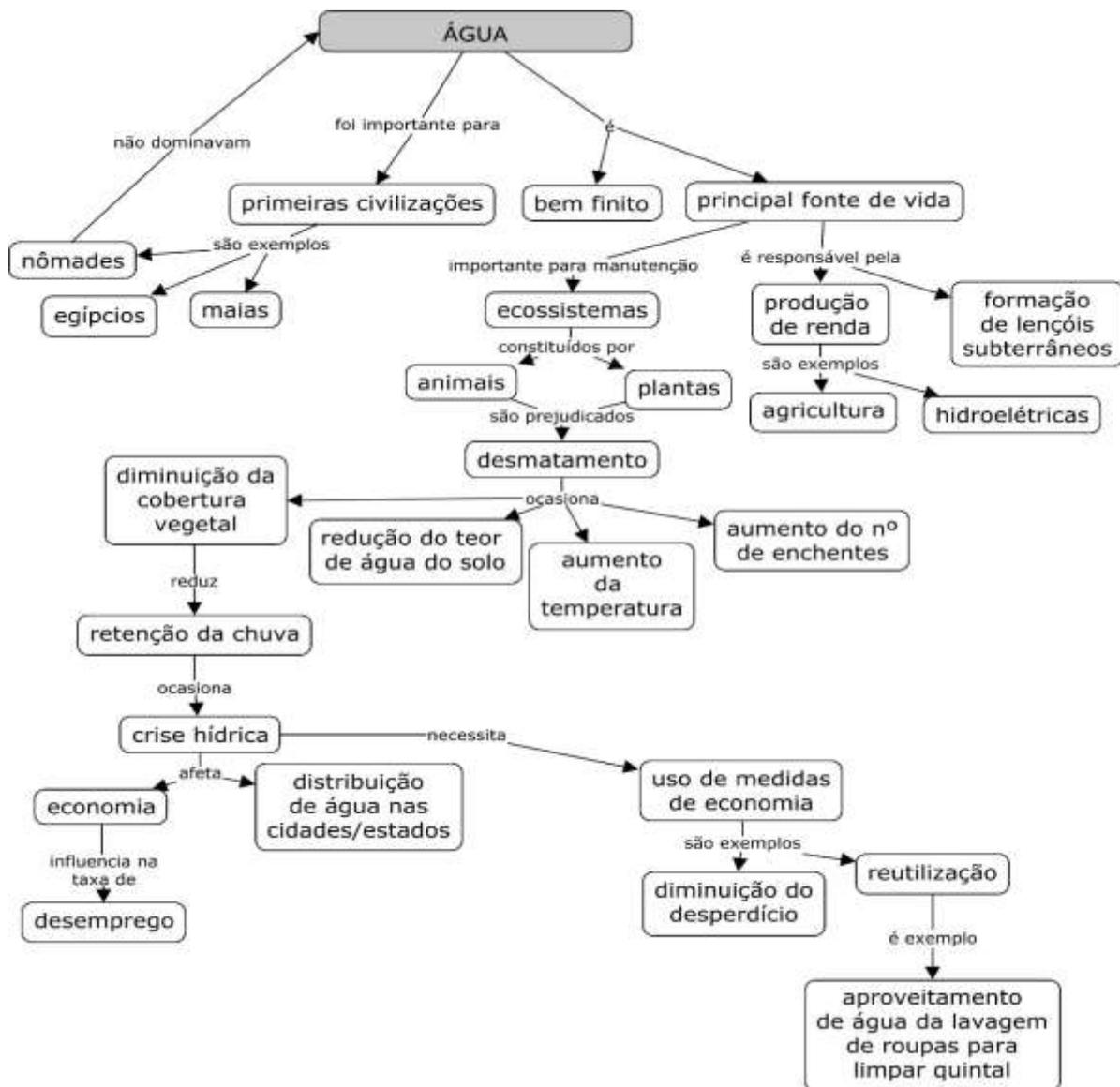
Numa observação dos conceitos prévios do MC1 (Figura 4) do estudante analisado, percebe-se que não havia conceitos relacionados ao desmatamento, à escassez hídrica e ao uso da água pela humanidade desde as primeiras civilizações. Propor aos estudantes a construção de mapas conceituais implica considerar não só o resultado gráfico que exibirá, mas observar o que é significativo para eles (AQUINO; CHIARO, 2013).

Já no MC2 (Figura 5), a partir do conceito inicial “água” sobressaíram-se três conceitos que sofreram diferenciação progressiva: “fonte de vida”, “desmatamento” e “crise hídrica”. Esses conceitos apareceram em 75% dos MCs produzidos pela turma em que a sequência foi trabalhada. Nesse cenário, o estudante distingue a água não só como um recurso fundamental à vida, mas também para o homem, num contexto social, como recurso que influencia a economia. Além disso, o estudante explana sobre a escassez da água como um problema grave e de urgente preocupação.

Ainda no MC2 (Figura 5) é possível observar que o estudante reflete sobre os impactos do desmatamento em uma espécie de efeito cascata, que impacta negativamente a economia e necessita de intervenções como o combate ao desperdício e o incentivo às práticas de reuso da água. Ao observar isso, remete-se aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), que apontam para a importância de sensibilizar os estudantes de uma forma que eles modifiquem seus comportamentos, agindo de forma responsável e sensível para com o ambiente. Desta

maneira, espera-se que o estudante apresente a tendência de mudar de postura, tanto interiormente como quanto nas suas relações com o meio onde está inserido.

Figura 5 – Mapa conceitual final de um estudante submetido a sequência de ensino “Água: reflexões e desafios”. Fonte: autoria própria



Além do evidenciado nos MCs analisados nesse tópico, ressalta-se que a sequência de ensino em questão utilizou uma estratégia FlexQuest, cuja função é de promover um melhor nível de flexibilidade cognitiva nos estudantes que a utilizam. A flexibilização do conhecimento é um processo que, por suas particularidades, tem como dinâmica subjacente a própria aprendizagem significativa. Assim, endossa-se que a estimular o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva do estudante implica promover um aprendizado com significado (OLIVEIRA; GUSMÃO; AQUINO, 2018; OLIVEIRA; AQUINO; CAVALCANTE, 2020).

Os dados dos MCs nessa seção têm equivalência aos MCs construídos pelos outros estudantes. Assim, os dados analisados sugerem que a sequência ‘Água: reflexões e desafios’

promoveu um enriquecimento no campo conceitual dos estudantes, com indícios de que as atividades se tornaram promotoras de aprendizagem significativa, com potencial de habilitar o estudante, enquanto cidadão, a articular decisões e resoluções na sua comunidade para sanar problemas de questões ambientais e de desenvolvimento envolvendo a temática água.

Avaliação da sequência de ensino ‘Herbivoria’

Ressalta-se que nessa sequência de ensino “Herbivoria” os estudantes já tinham certa familiaridade com os conteúdos conceituais de Botânica e Zoologia, pois foram temas abordados na série anterior. As situações-problema foram construídas analisando além dos conceitos prévios, identificados nos MC iniciais dos estudantes, saberes que o professor-mediador pressupõe estarem obliterados (esquecidos). Nesta direção, os problemas apresentados eram referentes ao contexto dos estudantes, tendo potencial para despertar o interesse dos mesmos a aprender (MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997; AUSUBEL, 2003).

Após a apresentação das situações-problema e agrupamento dos estudantes para investigação dos casos, os grupos utilizaram os diversos espaços escolares para buscar soluções. Os debates iniciais nas equipes basearam-se nos seus saberes prévios e as discussões posteriores fundamentadas nas respostas de suas buscas. Assim, as suas hipóteses iniciais puderam ser corroboradas ou refutadas, e novas explicações idealizadas, tornando, dessa forma, o contexto de aprendizagem enriquecido com as constantes negociações de significados. Esse movimento de busca e negociação de significados revela que essa sequência de ensino levou a um possível desencadeamento da predisposição dos estudantes a aprender, algo crucial para aprender significativamente (AUSUBEL, 2003).

As Figura 6 e 7 exibem, respectivamente, o MC1 e o MC2 produzido por um estudante submetido à abordagem. É possível observar que os dois mapas possuem poucos níveis hierárquicos, sendo quatro para o MC1 e cinco níveis para o MC2. Entretanto o mapa inicial apresenta um número maior de proposições ingênuas, ou seja, de proposições com pouca força conceitual (NOVAK; CAÑAS, 2010). No MC1 (Figura 6) o estudante relaciona o conceito “herbivoria” aos conceitos “animais herbívoros” e “plantas”, a partir desse último faz uma diferenciação em vários conceitos, e uma ligação cruzada entre ele e “animais herbívoros” a partir dos conceitos “energia” e “alimento”.

É importante mencionar que um tema visto pelos estudantes antes dessa sequência de ensino foi Ciclos Biogeoquímicos. No MC1 (Figura 6) aparecem alguns conceitos explanados no ensino dos ciclos, sobretudo no contexto do ciclo do carbono, que relacionam com as cadeias alimentares e, portanto, com o fenômeno de herbivoria. Então, ressalta-se o potencial que MCs têm de revelar o que foi relevante ou não para o estudante durante o seu processo de aprendizagem (MOREIRA, 2005a). Essa constatação beneficia o professor, que pode fazer uma avaliação mais acurada não só da aprendizagem dos seus estudantes, mas da sua própria prática pedagógica.

Figura 6 – mapa conceitual inicial de um estudante submetido à sequência de ensino Herbivoria. Fonte: autoria própria

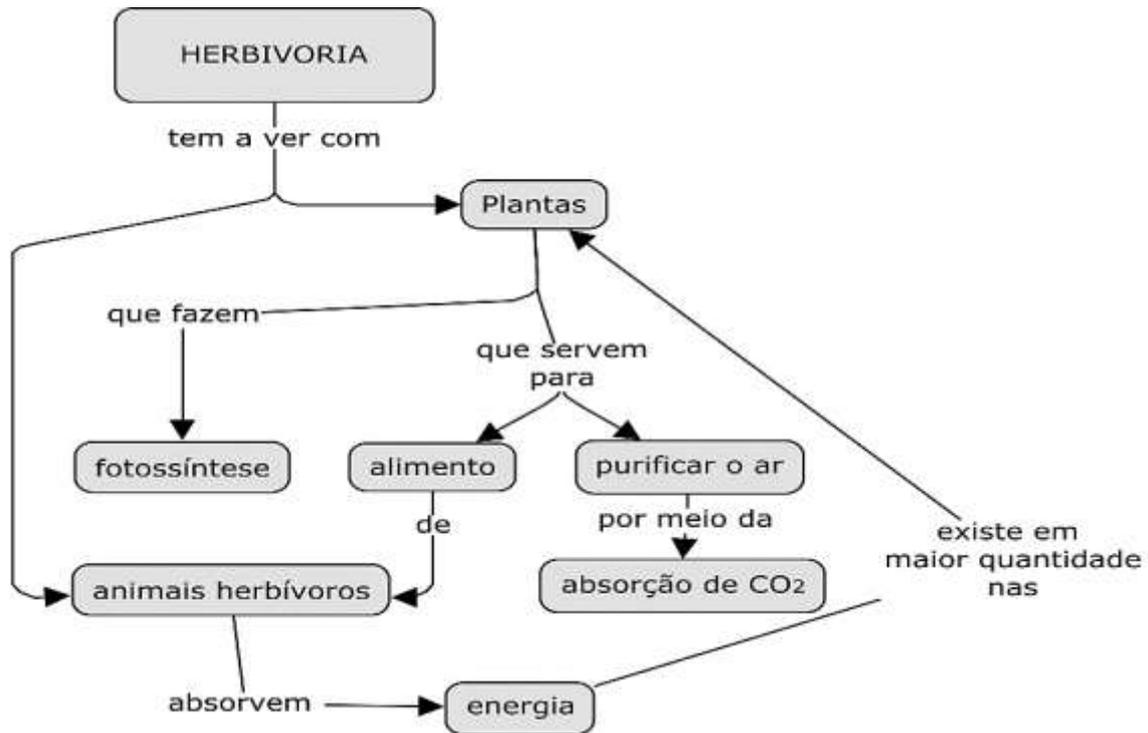
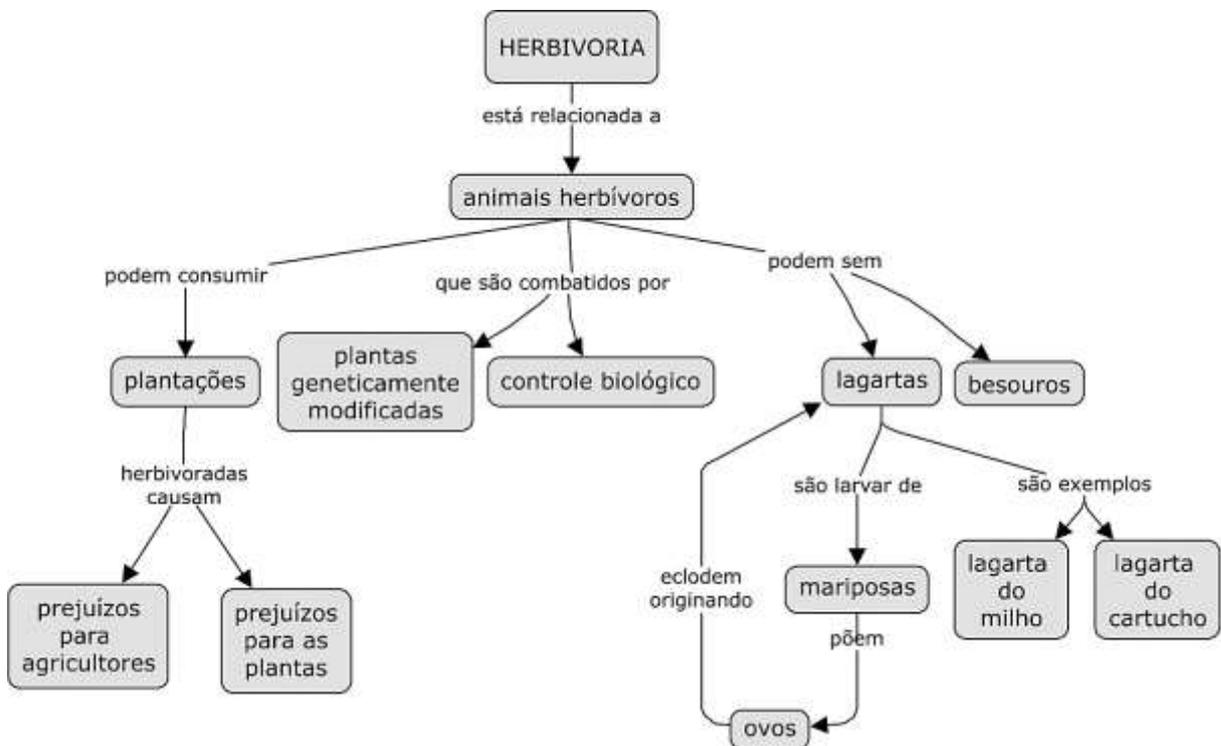


Figura 7 – mapa conceitual final de um estudante submetido a sequência de ensino Herbivoria. Fonte: autoria própria



No MC2 (Figura 7) visualiza-se uma diferenciação progressiva interessante, pois o estudante especifica bem o conceito “animais herbívoros”, trazendo como exemplos os

conceitos: “besouros”, “lagarta do cartucho” e “lagarta do milho”. Observa-se também que o estudante caracteriza os herbívoros como animais que prejudicam o homem-produtor e as plantas de algum modo não-especificado. Aqui nota-se potencial criticidade frente à problemática, sinalizando que uma aprendizagem significativa e crítica está em curso (MOREIRA, 2005b).

Ainda, encontramos no MC2 (Figura 7) do estudante evidências do impacto das estratégias utilizadas na sequência de ensino em sua postura frente à resolução de problemas ambientais. Isso pode ser visto no fato do estudante não sugerir o uso de inseticidas para o combate dos herbívoros, mas a introdução de inimigos naturais (controle biológico) e o uso de transgênicos para combater à herbivoria nas plantações. Esse movimento é um indício de uma aprendizagem crítica em curso (MOREIRA, 2005b).

Em suma, a partir dos dados dos MC analisados nessa seção, que se apresentam análogos aos outros MCs produzidos pela turma para essa sequência, pode-se inferir que a sequência de ensino Herbivoria parece favorecer não só uma aprendizagem significativa, mas também a sua vertente crítica (MOREIRA, 2005a).

5. Considerações Finais

O ensino das Ciências na educação básica da contemporaneidade ainda promove, em muitos casos, um processo de aprendizagem unicamente memorístico, bancário, sem motivação (MOREIRA, 2021a, 2021b). Nesse sentido, o planejamento e a aplicação de diferentes estratégias e ferramentas didáticas nos processos de ensino e aprendizagem utilizando teorias e ideias construtivistas se torna indispensável para a construção de saberes de forma significativa.

Nesta direção, os resultados analisados neste estudo sugerem que as três sequências de ensino propostas se configuraram como potencialmente significativas, mesmo com suas distintas especificações. Ademais, compreende-se que os mapas conceituais se consolidaram como um instrumento potencial para a avaliação das aprendizagens significativas decorrentes da aplicação dessas sequências de ensino. Observou-se também que os mapas conceituais geraram uma maior organização dos conceitos dos estudantes mapeadores, evidenciando que o uso desses instrumentos nas aulas pode auxiliar no processo de aprendizagem de forma positiva e ímpar.

Uma construção de conhecimento de forma significativa evolve um planejamento docente que vincule os conhecimentos prévios aos novos conhecimentos através da posição ativa do estudante. Neste cenário, o estudante discute, argumenta, erra, retoma os conceitos e percebe que o conhecimento não é estático, que na realidade o conhecimento ganha significados diferentes nos diversos contextos em que são apresentados. Isso reflete no estudo aqui discutido e em outros estudos de mesma natureza (AQUINO; CHIARO, 2013; OLIVEIRA; SILVA; AQUINO, 2017; OLIVEIRA; GUSMÃO; AQUINO, 2018; OLIVEIRA; AQUINO; CAVALCANTE, 2020; AQUINO; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2022). Desta maneira, os conhecimentos prévios verdadeiramente ganham novos significados, se tornam mais ricos e especificados. Nas três sequências didáticas aqui apresentadas mostrou-se essas possibilidades. Sequências de ensino

simples, mas com muita diversidade para que o conteúdo conceitual se relacionasse com outras concepções prévias dos estudantes, alo evidenciado na maioria dos mapas conceituais avaliados, uns com maior grau e outros com menor grau de diferenciação, mas que foram satisfatoriamente analisados e validados neste estudo.

6. Referências

- AGUIAR, Joana Guilar; CORREIA, Paulo Rogério Miranda. 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.
- AQUINO, Kátia Aparecida Da Silva; CHIARO, Sylvia de. Uso de Mapas Conceituais: percepções sobre a construção de conhecimentos de estudantes do ensino médio a respeito do tema radioatividade. **Ciências & Cognição**, v. 18, n. 2, p. 158–171, 2013.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1. ed. Amora: Plátano, 2003.
- AUSUBEL, David P. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. Oxford: Grune & Stratton, 1963.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, Brasil: MECSEF, 1998.
- CHIARO, Sylvia; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: Uma proposta analítica. **Educação e Pesquisa**, v. 43, n. 2, p. 411–426, 2017.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas SA, 2008.
- LEMOS, Evelyse. A Teoria de Aprendizagem Significativa e sua relação com o ensino e com a pesquisa sobre o ensino. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 3, p. 47–52, 2011.
- MACHADO, Nilson José. **Educação: Projetos e Valores**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2000.
- MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. **REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 2–17, 2011.
- MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. **Revista Currículum, La Laguna**, v. 25, p. 29–56, 2012.
- MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizaje Significativo Crítico. **Indivisa - Boletín de Estudios e Investigación**, , n. 6, p. 83–102, 2005a.
- MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, n. 1, p. e202004511–e202004518, 2021a.
- MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Ciências: críticas e desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 1–10, 2021b.
- MOREIRA, Marco Antonio. Grandes Desafios Para O Ensino Da Física Na Educação Contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1–13, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceptuales y Aprendizaje Significativo. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 4, n. 2, p. 38–44, 2005b.

MOREIRA, Marco Antonio. Negociação de significados e Aprendizagem Significativa. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 2–13, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio; CABALLERO, Maria Concesa; RODRÍGUEZ, María Luz. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. In: ENCUENTRO INTERNACIONAL SOBRE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, 1997, Burgos. **Actas**. Burgos: Universidad de Burgos - Servicio de Publicaciones, 1997. p. 19–44.

MOREIRA, Marco Antonio; Masini, Elcie F Salzano. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

NOVAK, Joseph Donald. Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools for science and mathematics education. **Instructional Science**, v. 19, n. 1, p. 29–52, 1990.

NOVAK, Joseph Donald; CAÑAS, Alberto 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, Joseph D; CAÑAS, Alberto J. The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. **Information visualization**, v. 5, n. 3, p. 175–184, 2006.

OLIVEIRA, José Antônio Bezerra de **et al.** Ferramenta interdisciplinar para o ensino de hormônios na perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica na educação básica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 20, 2020, Recife. **Anais...** Recife: Even3, 2020. p. 1–10.

OLIVEIRA, José Antônio Bezerra; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva; CAVALCANTE, Patrícia Smith. Estratégias com Aporte Tecnológico para Promoção da Aprendizagem Significativa Crítica no Ensino de Ciências. In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 5, 2020, João Pessoa. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 256–265.

AQUINO, Kátia Aparecida da Silva; NASCIMENTO, Saulo de Tarcio Gomes do; OLIVEIRA, José Antônio Bezerra de. Avaliação da aprendizagem por parâmetros ausubelianos após vivência em uma unidade de ensino potencialmente significativa. **Espaço Pedagógico**, v. 29, n. 2, p. 599–617, 2022.

OLIVEIRA, José Antônio Bezerra de; GUSMÃO, Paulo Tadeu Ribeiro de; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Flexquest como material instrucional potencialmente significativo para o ensino das ciências naturais. In: ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 7, 2018, Blumenau. **Anais...** [S. l.: s. n.], 2018. p. 105–109.

OLIVEIRA, José Antônio Bezerra de; SILVA, Cristiane Jussara da; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Aprendizagem Significativa Crítica e Flexibilidade Cognitiva: diálogo metodológico através da construção e validação de uma ferramenta Flexquest para o ensino de Ecologia na educação básica. **Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**, v. 3, n. 1, p. 35–51, 2017.