

A TOMADA DE CONSCIÊNCIA DA RELAÇÃO ENTRE MITOCÔNDRIA E CLOROPLASTOS: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NUMA UNIVERSIDADE PÚBLICA NO SUDESTE DA BAHIA, BRASIL

THE GRASP OF CONSCIOUSNESS IN THE RELATION BETWEEN MITOCHONDRIA AND CHLOROPLASTS: SIGNIFICANT LEARNING AMONG STUDENTS FROM A PUBLIC UNIVERSITY IN SOUTHEASTERN BAHIA, BRAZIL

LA TOMA DE CONCIENCIA DE LA RELACIÓN ENTRE MITOCONDRIAS Y CLOROPLASTOS: APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA EN EL SUDESTE DE BAHÍA, BRASIL

Matheus Souza de Santana ¹, Jerry Adriane Pinto de Andrade ²

Resumo

Esta pesquisa qualitativa, analisa o impacto dos seminários e da construção de mapas com o *software Cmap Tools* na tomada de consciência de cinco estudantes em Biologia em uma universidade pública no sudoeste da Bahia. Considera o pensamento lógico-matemático nas classificações dos alunos, evidenciando as relações entre mitocôndrias e cloroplastos. Foram realizadas entrevistas filmadas no *Google Meet* e análises de fóruns no *Google Classroom*, seguindo Bardin. Os resultados revelaram duas categorias: i) a consciência das relações entre mitocôndrias e cloroplastos e ii) a tomada de consciência da importância da cooperação e afetividade nos seminários. Constatou-se uma evolução na compreensão dessas relações, sugerindo que esses níveis de conceitualização são essenciais para a compreensão de citologia e podem orientar práticas pedagógicas.

Palavras-chave: Tomada de consciência; Ensino de Biologia; Trabalho em Grupo; Mapas Conceituais; Curso de Saúde.

Abstract

This qualitative research analyzes the impact of seminars and the construction of maps with the *Cmap Tools software* on the awareness of five Biology students at a public university in southwestern Bahia. Considers logical-mathematical thinking in student classifications, highlighting the relationships between mitochondria and chloroplasts. Filmed interviews were carried out on *Google Meet* and forum analyzes were carried out on *Google Classroom*, following Bardin. The results revealed two categories: i) awareness of the relationships between mitochondria and chloroplasts and ii) awareness of the importance of cooperation and affection in the seminars. An evolution in the understanding of these relationships was observed, suggesting that these levels of conceptualization are essential for understanding cytology and can guide pedagogical practices.

Keywords: Awareness. Biology Teaching. Group Work. Concept Maps. Healthcare Courses.

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Candeias, BA, Brasil. **E-mail:** tecomatheus@hotmail.com

² Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Candeias, BA, Brasil. **E-mail:** jerrypa@uesb.edu.br

Resumen

Esta investigación cualitativa analiza el impacto de seminarios y la construcción de mapas con el software *Cmap Tools* en la sensibilización de cinco estudiantes de Biología de una universidad pública del suroeste de Bahía. Considera el pensamiento lógico-matemático en las clasificaciones de los estudiantes, destacando las relaciones entre mitocondrias y cloroplastos. Las entrevistas filmadas se realizaron en *Google Meet* y los análisis de los foros se realizaron en *Google Classroom*, siguiendo a Bardin. Los resultados revelaron dos categorías: i) conciencia de las relaciones entre mitocondrias y cloroplastos y ii) conciencia de la importancia de la cooperación y el afecto en los seminarios. Se observó una evolución en la comprensión de estas relaciones, lo que sugiere que estos niveles de conceptualización son esenciales para comprender la citología y pueden guiar las prácticas pedagógicas.

Palabras clave: Toma de conciencia; Enseñanza de Biología; Trabajo en Grupo; Mapas Conceptuales

1. Introdução

As pesquisas em ensino de Ciências têm buscado referenciais teóricos para lidar com a complexidade dos processos de ensino-aprendizagem. Esta pesquisa³ procura contribuir para essa busca, ao tentar entender os processos de tomadas de consciência dos sujeitos na disciplina Básica nos cursos de saúde de uma universidade pública no sudoeste da Bahia, dentro do contexto do projeto de pesquisa intitulado: “Cooperação e processo de tomada de consciência na formação do estudante crítico reflexivo e autônomo”. Nesse relato, iremos analisar especificamente a organização da disciplina e a cooperação no grupo dos seminários e na construção de mapas conceituais, utilizando o software *Cmap Tools*.

Os estudos sobre o processo de tomada de consciência na Epistemologia Genética, no ensino e na aprendizagem das Ciências Biológicas e Matemática, descritos por Andrade (2016), Araújo (2017) e Moçambique (2016), enfatizam a relevância para o campo educacional, permitindo reflexões nos âmbitos curriculares, didáticos e pedagógicos. E ressaltam a escassez de publicações nessas áreas (Danin; Rangel; Becker, 2021).

Neste sentido, na busca por aprofundar as pesquisas em torno das obras A tomada de consciência (1977) e o Fazer e compreender (1978), para explicar o processo de conceituação dos sujeitos, propusemos o projeto supracitado, no intuito de aprofundar as pesquisas, contextualizando-as com práxis pedagógica. Essas pesquisas poderão trazer grandes contribuições para a área de Ciências, Química, Física, Biológicas e Matemática, pois indicam caminhos possíveis – não lineares, mas sim circulares para a melhoria da aprendizagem nessas áreas. A nossa questão de pesquisa é: qual o impacto dos seminários e a construção de mapas utilizando o software *Cmap Tools* na tomada de consciência?

³ Projeto aprovado pelo CEP (Comitê de Ética em Pesquisa), CAAE: 2 46855721.80000.0055.

Na tomada de consciência, Piaget amplia sua explicação/teoria, passando a utilizar a expressão ‘níveis de periferia’, em vez de ‘estádios’, para caracterizar as etapas de um conhecimento dado. Ao iniciar a análise do processo da tomada de consciência, o autor critica o conceito de consciência na obra freudiana, que considera esse um sistema estático, no qual as sensações se limitam a receber, por mero processo de iluminação, uma matéria do exterior sem transformá-la. Já para Piaget, a consciência é um sistema dinâmico em constante transformação (Piaget, 1977).

O processo de tomada de consciência não se resume a uma simples iluminação, o que implicaria uma mudança conceitual súbita. A conceituação é um processo lento e laborioso, em que Piaget situa o recalqueamento cognitivo. Desse modo, a tomada de consciência é uma ampliação da consciência, um aumento de luz – e não uma iluminação súbita –, um esforço da consciência psíquica, pois a consciência em si mesma é um ato humano, um ato vivo, um ato pleno (Bachelard, 2009).

Tanto o êxito como o fracasso conduzem à tomada de consciência. No caso do êxito, o sujeito vai regulando e coordenando, estabelecendo novas relações até o domínio do fazer. Já no caso do fracasso da ação material (contradição pensamento), ele procura novos meios por regulações e coordenações ativas. Em ambos, o sujeito chega à compreensão do processo (Piaget, 1977, 1978). Por isso, a tomada de consciência nem sempre ocorre por meios de situações-problemas (que levam à contradição), ainda que esta seja um momento rico nesse processo.

Assim, quando nos colocamos do ponto de vista da ação material para passar, em seguida, à interiorização (construção das estruturas), “a lei geral que parece resultar dos fatos estudados é que, a tomada de consciência procede da periferia (objetivos e resultados) para o centro, sendo esses termos definidos em função do percurso de um determinado comportamento” (Piaget, 1977, p. 198). É importante frisar que, no caso de uma tomada de consciência, por inferência imaginada, esta procede por combinações mentais, e não diretamente de objetivos e resultados da ação material.

Por fim, a estruturação do pensamento na Biologia ocorre por meio de inferências – ação material e ação mental, próprias de uma lógica das significações, que é uma condição necessária à construção das operações. Inferir é estabelecer relações; essa capacidade é mais ampla do que a capacidade de operar (em termos de classificar e ordenar), está presente no conhecimento científico e no não científico, em que as relações são estabelecidas entre conteúdo (coisas, fatos etc.). Assim, a inferência é bem anterior à inclusão e a todos os encaixes constituídos dos “agrupamentos”, sem falar das implicações proposicionais (Piaget e Garcia, 1987).

2. Procedimentos metodológicos

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa (Bogdan e Biklen, 1994; Ludke e André, 1986), com a obtenção de dados descritivos, adquiridos em interação dialógica entre pesquisador e pesquisados, com ênfase mais no processo do que no produto. Consiste em uma pesquisa de intervenção, que, segundo Bogdan e Biklen (1994), envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos na interação do pesquisador com o sítio de estudo. As ferramentas de coleta de dados foram a entrevistas abertas (Demo, 1989). De acordo com a dinâmica implementada, essas entrevistas ocorreram na apresentação dos seminários, nas discussões dos mapas conceituais e nas intervenções durante os fóruns de discussões. Todas as entrevistas ocorreram online, via *Google Meet* e foram filmadas e depois transcritas. Ainda utilizamos materiais dos fóruns de discussões, na sala do *Google Classroom*.

Quanto à caracterização e perfil dos participantes, a investigação foi realizada com uma turma do primeiro semestre do curso de Fisioterapia, matriculada na disciplina de Citologia e Genética, composta por 25 estudantes⁴ com idades entre 17 e 35 anos. A maioria dos estudantes é oriunda de cidades circunvizinhas, sendo que alguns vêm de outros estados, o que confere ao grupo um perfil heterogêneo. Observou-se diversidade nos níveis de compreensão dos conteúdos abordados na disciplina. Essa diversidade motivou a adoção de uma reorganização metodológica, com a introdução de estratégias didáticas ativas. Tais recursos atuaram como mediadores na construção do conhecimento, contribuindo para a melhoria da articulação conceitual e do raciocínio lógico dos estudantes. Apesar dos desafios enfrentados, trata-se de uma turma participativa, com bom nível de engajamento e entrosamento entre os colegas, o que favoreceu um ambiente cooperativo de aprendizagem.

Neste contexto, priorizamos descrever a vivência dos seminários e a construção de mapas conceituais, utilizando o *Cmap Tools*. A organização seguiu dois passos: a) no primeiro, referente à construção, apresentação do seminário e avaliações dos mapas nos fóruns de discussões, que envolveu: i) escolha dos grupos e da temática; ii) construção dos slides e aprofundamento na temática; iii) orientação do grupo; iv) construção de mapas, exteriorização v) apresentação da temática trabalhada; b) no segundo, referente à avaliação do seminário.

Em relação ao primeiro passo, os grupos foram escolhidos pelos próprios alunos. Os temas foram selecionados por cada grupo, mediante um processo de sorteio. Entretanto, era permitida a troca de temáticas pelo grupo conforme acordos mútuos. Ao todo, foram trabalhadas quatro temáticas: i) Ciclo de divisão celular; ii) Do DNA à proteína como as células leem o genoma; iii) Replicação, Reparo e Recombinação de DNA; iv) A geração de energia em mitocôndria e cloroplastos.

⁴ Destes 25 estudantes, o artigo analisa apenas 05 (são eles: NNB, MMB, LLB, CCB, AAB), que compõem o grupo que apresentou o seminário geração de energia em mitocôndria e cloroplasto.

Para apresentação dos seminários, os estudantes organizaram encontros para construção dos slides e, também, aprofundamento sobre a temática. Após os encontros, houve uma reunião de orientação, pelo *Google Meet*, para ajustar os *slides* da apresentação e discutir a temática. Entretanto, vale ressaltar que grupos de *WhatsApp* também foram utilizados na comunicação entre os componentes, monitores e professor com objetivo de preencher lacunas e dissipar dúvidas.

Ao longo dos seminários, foram construídos três mapas conceituais com o intuito de acompanhar os processos de tomada de consciência dos sujeitos. Cada mapa foi verbalizado pelos estudantes e discutido de forma síncrona pelo *Google Meet*. Os alunos receberam as seguintes instruções: i) baixar o *software Cmap Tools*, desenvolvido pelo Florida Institute for Human and Machine Cognition (IHMC), da West Florida University ; ii) na construção do mapa, sempre deve haver uma frase de ligação, geralmente um verbo (ou frase verbal) – conjugado corretamente na ligação entre duas palavras-chaves (conceitos); iii) que a proposição forme uma sentença por si só e que faça sentido, iv) após a construção, salvar o mapa conceitual no formato JPG 4 (também conhecido como JPEG), em seguida, postar no *Google Classroom*.

Cada mapa foi construído em três momentos distintos: a) primeiro momento, para levantamento dos conhecimentos prévios; b) no segundo momento, após as orientações e discussões do mapa um e, c) no terceiro momento, após a apresentação do seminário e discussão do mapa dois. Os discentes, durante as apresentações dos mapas de forma síncrona pelo *Google Meet*, explicavam as relações estabelecidas. As discussões giraram em torno dos erros nas proposições, a utilização mais adequada dos verbos de ligação, inclusões e exclusões de palavras e proposições etc. Nesse momento, criava-se um ambiente cooperativo entre alunos, professores e monitores (Andrade, 2016).

Os estudantes foram identificados a partir de um código, por exemplo, Nilton (NN), Biologia (B), mapa (M). Assim, no exemplo de Nilton, o código utilizado será NNBM. Caso seja o mapa um, o código utilizado fica NNBM1, se for 2 = NNBM2 e se for o 3 = NNBM3. Ao todo, analisamos nesse artigo, cinco estudantes (NNB; LLB; CCB; MMB e AAB), pertencente ao grupo dos seminários: geração de energia em mitocôndria e cloroplastos, durante um semestre letivo na disciplina de Biologia em uma universidade pública no sudoeste da Bahia. Em relação aos seminários, existiram duas avaliações: i) realizada pelo professor; ii) e uma autoavaliação do grupo. Todas as apresentações dos seminários e discussões dos mapas conceituais ocorreram de forma síncrona e foram gravadas, pelo o *Google Meet*.

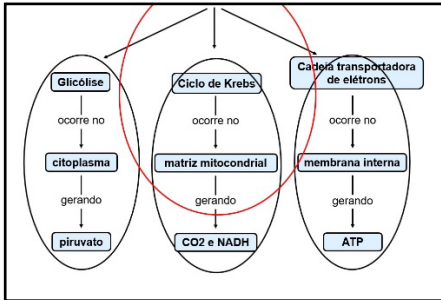
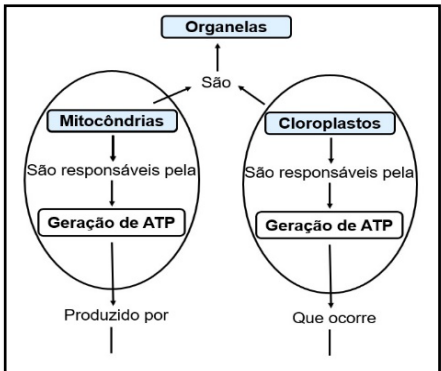
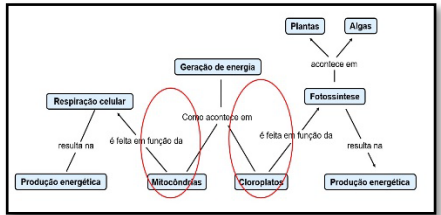
A análise dos resultados baseia-se em Bardin (2011). De acordo com as etapas da análise de conteúdos, temos a organização, categorização e a codificação. Na primeira a pré-análise, organizamos os mapas (um, dois e três) em torno de cada indivíduo, juntando recortes (unidades de significado) dos fóruns e/ou das discussões dos mapas conceituais e/ou transcrições das discussões dos seminários. Agrupar dessa maneira, em torno de um mesmo estudante, permite acompanhar os processos de tomada de consciência de forma individualizada. Seguindo para a fase de exploração dos materiais, procuramos organizar os dados com objetividade, para a

construção do corpus da pesquisa. Assim, construímos as codificações, considerando as unidades de registro (recortes de textos) e recortes (círculos pretos e vermelhos) dos mapas conceituais de cada estudante. Esses recortes de trechos individuais de informações, em três momentos distintos, nos permitiram acompanhar a aprendizagem de cada discente. Ao agregarmos os trechos das transcrições individualmente, junto com os mapas conceituais, nos foi permitido categorizar. Ao todo, identificamos uma categoria e três subcategorias.

Uma vez organizadas as categorias, é importante atermos nosso olhar ao processo de inferência e interpretação dos dados, o qual consiste em captar os conteúdos reunidos, avaliando a tomada de consciência dos estudantes. A inferência aqui é uma operação lógica, na qual se admite uma proposição em virtude de sua ligação com outras proposições já aceitas como verdadeiras. Essa produção de inferências está diretamente ligada aos embasamentos teóricos. Entendemos esse processo como indissociável entre teorias científicas, visões de mundo e os dados coletados, o que nos permite produzir hipóteses e suposições acerca de determinado universo estudado. Em cada categoria, identificamos níveis de compreensão dos sujeitos, que nos permite estabelecer frequências (Ibid.).

Por fim, trazemos abaixo um quadro, mostrando como foi estabelecido os indicadores de categoria, as unidades de significado e a categorização no primeiro momento da pesquisa.

Quadro 1: Indicadores de categoria, unidades de significado (texto), unidades de significado (Imagem), categoria, durante o primeiro momento da pesquisa.

INDICADORES DE CATEGORIA	UNIDADES DE SIGNIFICADO (Texto)	UNIDADES DE SIGNIFICADO (Recorte mapa um – círculos vermelhos e pretos)
I Momento Indicador de categoria: regulações e coordenações locais Professor: no mapa I do estudante NNBB, seria interessante estabelecer uma relação entre a Glicólise, o Ciclo de Krebs e a Cadeia Transportadora de elétrons, para indicar continuidade no processo, além de ser relevante apontar conceitos como da clorofila e incluir mais relações a respeito dos processos envolvidos na respiração celular e os produtos referentes a cada processo Estudante NNB: respondendo ao professor: concordo com o que você pontuou, no mapa 1, realmente ficou transparecendo que a Glicólise, o Ciclo de Krebs e Cadeia Transportadora de elétrons são eventos isolados e não se associam entre si quanto aos processos da respiração celular, eu coloquei só os produtos principais, mas vou adicionar mais relações a respeito.	Discente NNB: realmente ficou transparecendo que a Glicólise, o Ciclo de Krebs e Cadeia Transportadora de elétrons são eventos isolados e não se associam entre si quanto aos processos da respiração celular, eu coloquei só os produtos principais, mas vou adicionar mais relações a respeito (NNB, 2023).	Discente: NNBM1  Discente LLBM1  Discente CCBM1 

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa

2.1 Construção, apresentação do seminário e avaliações dos mapas nos fóruns de discussões.

Estamos apresentando aqui o resultado da participação dos discentes do grupo geração de energia em mitocôndrias e cloroplasto. Organizamos os materiais referente à construção dos três mapas conceituais, transcrição das filmagens pelo Google Meet durante as apresentações dos seminários e discussões dos mapas, e recortes das avaliações dos mapas no fórum de discussões do *Google Classroom*. A partir da organização dos materiais dos discentes, emergiram duas categorias: 1) a tomada de consciência da relação entre mitocôndria e cloroplastos; 2) tomada de consciência da importância do trabalho em grupo e afetividade para realização dos seminários. Em relação à primeira categoria, emergiram mais três subcategorias,

que foram analisadas a partir dos três momentos da pesquisa: 2a) no primeiro momento, temos a subcategoria: ausência de tomada de consciência da relação entre glicólise, ciclo de Krebs e cadeia transportadora de elétrons; 2b) já no segundo momento, encontramos a subcategoria: tomada de consciência da relação entre glicólise e ciclo de Krebs. Por fim, 2c) no terceiro momento, a subcategoria: tomada de consciência da relação entre glicólise, ciclo de Krebs e cadeia respiratória. Esses avanços permitiram a tomada de consciência da relação entre mitocôndria e cloroplastos. Vejamos, a seguir, as categorias e as subcategorias, em distintos momentos.

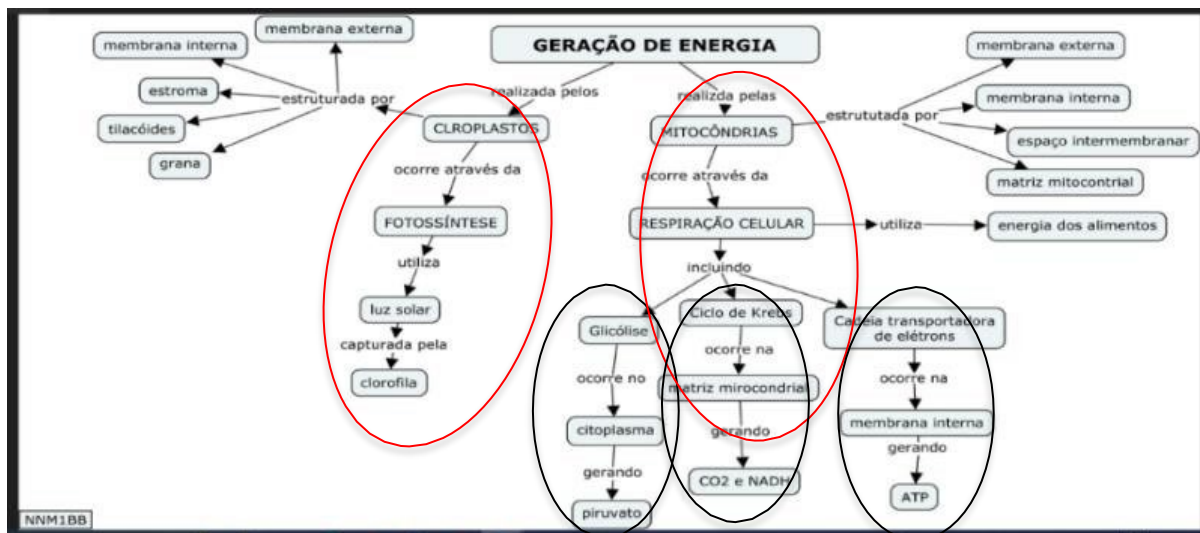
2.1.1 Categoria: regulações e coordenações ativas entre mitocôndria e cloroplastos.

2.1.1.1 Primeiro Momento: Subcategoria: ausência de tomada de consciência da relação entre cloroplasto e mitocôndria.

Na análise, no primeiro momento da pesquisa, que trata da conceituação de geração de energia em mitocôndria e cloroplastos, observa-se que o grupo apresenta uma representação não estruturados deste conhecimento. Por exemplo, no mapa um do discente NNBM1, observam-se que há uma ausência de regulações e coordenações entre mitocôndria e cloroplastos (Figura 1, círculos vermelhos). Ele esquematiza a geração de energia em mitocôndria e cloroplasto de forma distinta, enquanto as mitocôndrias produz energia (ATP), na respiração celular, que será utilizada na maioria das atividades celulares, em cloroplasto, há absorção de energia luminosa capturada pela clorofila produzindo energia (ATP) também para o metabolismo celular. Assim, mitocôndria e cloroplastos não se coordenam, são estruturas que tem a mesma função – produção de energia (ATP) par o metabolismo celular. Há um esforço adaptativo, um início de caracterização (atributos) de cloroplastos e mitocôndria. Por exemplo, “Mitocôndrias estruturadas por membrana externa, membrana interna, espaço intermembranar, matriz mitocondrial” (NNBM1), ou também “Cloroplasto estruturado por membrana externa, membrana interna, estroma, tilacóides e grana” (NNBM1).

Por outro lado, há ausência de regulações e coordenações, de um lado entre as palavras-chave: glicólise, ciclo de Krebs e cadeia transportadora de elétrons (Figura 1, círculos pretos), assim como não há entre mitocôndria e cloroplastos (figura 1 círculos vermelhos). Essas palavras-chave estão em blocos sem conexões entre elas. Outra ideia que aparece na verbalização do grupo durante apresentação do mapa um pelo *Google Meet* é que ambas as organelas produzem energia para o metabolismo das células. Vejamos a fala de LLB, durante apresentação do mapa um pelo *Google Meet*: “no meu mapa eu quis mostrar [...] mitocôndria e cloroplastos são organelas que vão produzir energia para o metabolismo da célula, os cloroplastos estão presentes nas células vegetais, né, nas plantas e algas, [enquanto] e as mitocôndrias [estão] nas células animais”.

Figura 1: primeiro mapa conceitual elaborado pelo aluno NNBM1, com base na temática abordada no seminário “Geração de energia em mitocôndria e cloroplastos, no primeiro momento da pesquisa”.



Fonte: elaboração do estudante NNB.

Assim, os termos ‘geração de energia, mitocôndria e cloroplasto’ não estão interconectados, o que permitiria a compreensão de que os açúcares produzidos e seus metabólicos são exportados para as demais células, entrando na via da geração de energia que termina na produção de ATP pelas mitocôndrias. Trata-se de regulações e coordenações locais, podemos fazer analogia à etiquetagem. Sendo assim, essas relações são constituídas de implicações entre significações que comportam inferências. Entretanto, é a partir destas construções iniciais que o sujeito vai enriquecendo suas estruturas mentais até chegar a conceituações mais complexas.

Muitas lacunas são observadas nos mapas construídos neste primeiro momento, o que suscita alguns questionamentos. Por que o aluno não estabeleceu relações entre açúcares, piruvato, NADH e ATP? Por que o aluno não estabeleceu relações entre açúcares gerados pela fixação do carbono (ciclo de Calvin) nos cloroplastos e produção de ATP na mitocôndria? Vejamos a transcrição das formulações verbais dos discentes CCB e NNB, durante a apresentação do seminário sobre a temática: geração de energia em mitocôndria e cloroplastos. Na fala de CCB: “eu não lembrava que a mitocôndria também está presente em células vegetais e elas estão presentes nas células vegetais” (CCB, 2021). Já NNB: “eu achava que o cloroplasto era a potência da célula vegetal e fornecia energia para toda a célula, né, e que a célula que não precisava da mitocôndria” (NNB, 2021). Essa ausência de coordenação também foi observada entre os discentes. Essas representações também aparecem nos mapas dos discentes CCBM1, MMBM1 e AABM1.

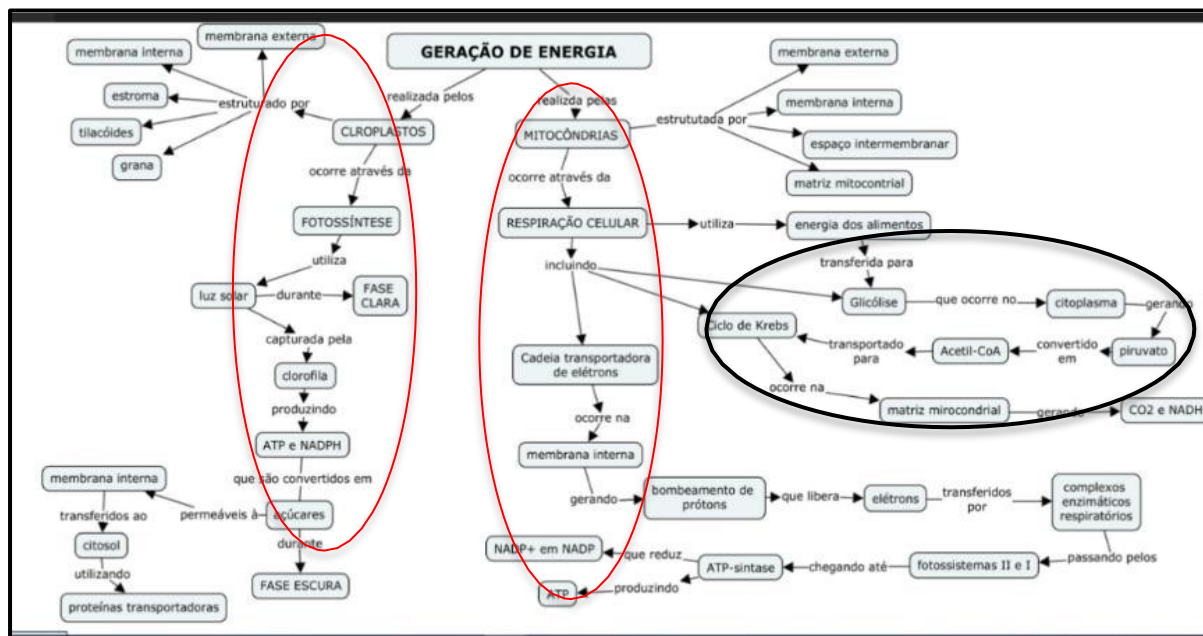
Assim, todos esses discentes acreditam que células vegetais não possuem mitocôndria, e que a produção de energia é realizada pelos cloroplastos. Isso evidencia um ensino pautado na memorização, o que demonstra que os conteúdos, mesmo dentro da mesma temática, são ensinados de forma desconectada. Se até dentro de uma mesma temática, os conteúdos estão pouco conectados, seria uma utopia pensar no ensino interdisciplinar? Utopia necessária, pois não se pode perder de vista um ensino pautado na interdisciplinaridade, que possa articular entre a ciência, a filosofia e o senso comum, numa circularidade dialética entre sujeito e objeto na construção do conhecimento (Piaget, 1977; 1996; 1970, 1973b).

Em resumo, nas construções dos mapas conceituais de geração de energia em mitocôndria e cloroplastos, não há coordenação entre os blocos de mitocôndria e cloroplastos nos mapas conceituais (ver círculos vermelhos figura 1 e 2). O pensamento dos discentes não estão estruturados, e as inferências (conexões lógicas) presentes nos mapas podem ser classificadas de locais, permanecendo relativas a antecipações limitadas e contextos particulares. Contudo, como salienta Piaget e Garcia (1987), mesmo as implicações locais sempre resultam de uma assimilação dos objetos a partir de esquemas prévios e, portanto, as propriedades não são observáveis “puros”, mas pressupõem sempre uma atividade do sujeito, que constitui a base para reconstrução do conhecimento.

2.1.1.2 Segundo Momento. Subcategoria: tomada de consciência da relação entre glicólise e ciclo de krebs.

Na análise realizada no segundo momento da pesquisa, que trata da conceituação de geração de energia em mitocôndria e cloroplastos, observa-se que os discentes apresentam regulações e coordenações sistêmicas. No mapa conceitual de todo o grupo, observa-se um avanço no número de relações estabelecidas, que implicam regulações e coordenações sistêmicas. Vejamos a seguir, o mapa dois de NNBM2.

Figura 2: segundo mapa conceitual elaborado pelo(a) aluno(a) NNB2, com base na temática abordada no seminário: “Geração de energia em mitocôndrias e cloroplastos, no segundo momento da pesquisa”.



Fonte: elaboração do discente NNB.

No mapa dois de NNB2 (Figura 4), há regulação e coordenação entre as palavras-chave: glicólise e ciclo de Krebs (Figura 2, círculos pretos), o que representa um avanço significativo em relação à Figura 1. Por exemplo, o aluno estabelece as seguintes relações: “respiração celular utiliza energia dos alimentos transferida para a glicólise que ocorre no citoplasma, gerando piruvato convertido em acetil coenzima A, o qual é transportado para o ciclo de Krebs e, na matriz mitocondrial, gera CO_2 e NADH”. Entretanto, o mapa não evidencia relações entre o NADH produzido e a cadeia transportadora de elétrons, tampouco discute o que é produzido no cloroplasto e sua relação com a mitocôndria.

Nas discussões no fórum, vejamos as avaliações do mapa dois (Figura 2) pela estudante CCB:

Discente CCB: mas onde acontece maior criação de energia, maior síntese de energia é na mitocôndria. Professor: mas será que o ATP produzido no cloroplasto pode ser utilizado no metabolismo celular? Ou o ATP produzido nos cloroplastos pode ser utilizado apenas no ciclo de fixação do carbono? CCB: acho que os dois, concordo com o NNB. Eu (MMB) também acho que a produção na mitocôndria é maior, pois ela vai produzir só para o metabolismo e os cloroplastos para duas coisas. Professor: e o que você acha LLB? LLB: acho também.

Essa capacidade de regulações e coordenações permite integrações e diferenciação progressiva referentes a mitocôndrias e cloroplastos. Desse modo, na confecção do segundo mapa conceitual, os estudantes avançam em extensão e compreensão. Em extensão, porque o

número de palavras-chave aumenta significativamente. Por exemplo, encontramos palavras novas, tais como: ciclo de Krebs, acetil coenzima A, fase clara, fase escura etc. Em compreensão, porque o sujeito passa a coordená-las entre si, aparecendo as justificativas e explicações, tais como: “geração de energia é realizada pelos cloroplastos, ocorre através da fotossíntese, utiliza luz solar, durante a fase clara. A luz solar é capturada pela clorofila produzindo ATP e NADPH que são convertidos em açúcares” [...] (NNBM2). Assim, o aumento no número de inferências permite uma melhora na compreensão acerca da temática geração de energia em mitocôndria e cloroplastos.

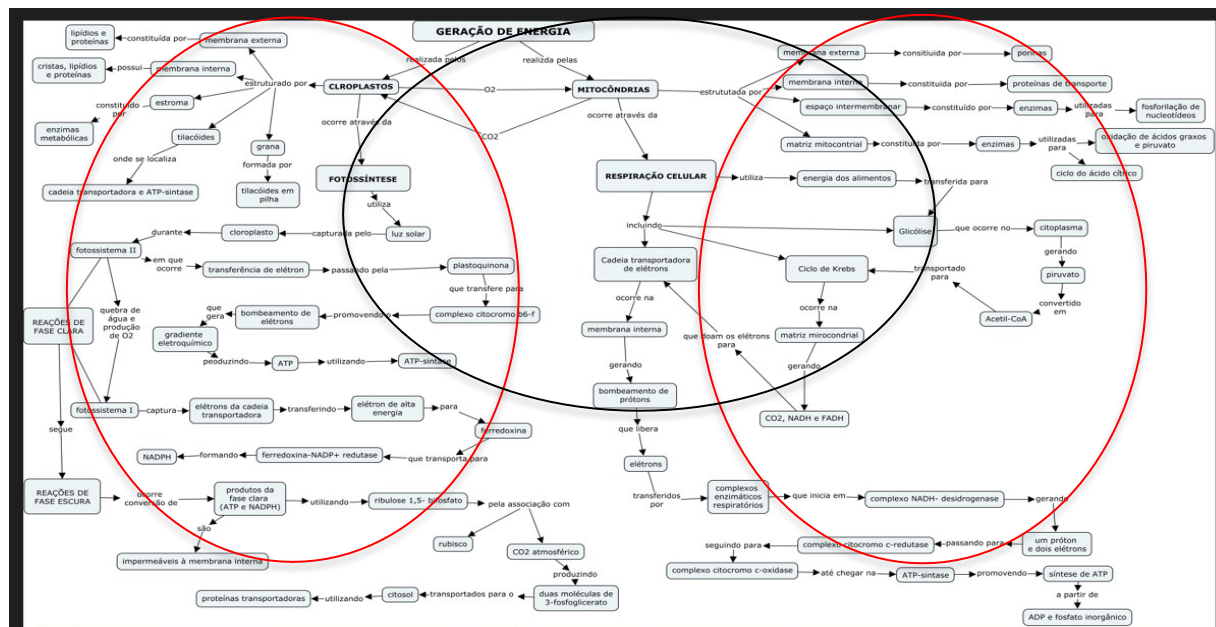
Apesar dos avanços realizados por estes estudantes, muitas lacunas subsistem e muitos erros conceituais precisam ser corrigidos. Por exemplo, os discentes do grupo acreditam que no cloroplasto o ATP produzido é utilizado para o metabolismo celular, ainda que o percentual seja diferenciado para CCB, MMB e LLB. É importante frisar que a membrana interna dos cloroplastos é impermeável ao ATP e ao NADPH, que são produzidos no estroma durante as reações luminosas da fotossíntese. Portanto, a molécula de ATP não pode deixar os cloroplastos e ser utilizada pela célula no metabolismo celular. ATP e NADPH são direcionadas exclusivamente para o ciclo de fixação do carbono pois estão confinadas ao interior dos cloroplastos (Alberts, 2017).

Em resumo, constatamos que as significações do discentes estão inseridas em uma totalidade coordenativa, cuja natureza inferencial é inegável. As inferências nascentes fazem emergir justificativas e explicações que nos permitem concluir que, apesar de erros e lacunas, eles estão atribuindo significados ao texto trabalhado no seminário, coordenando-os aos conhecimentos prévios. Emergem aqui justificativas e explicações. Esses novos mapas construídos pelo grupo, demonstrado aqui pelo mapa dois de NNB, caracteriza-se por uma complexidade e uma organização lógica superior, ao mapa conceitual um anterior, fundamentadas em novas inferências que conduzem à tomada de consciência da relação entre glicólise e ciclo de Krebs.

2.1.1.3 Terceiro Momento. Subcategoria: tomada de consciência da relação entre glicólise e ciclo de Krebs e cadeia respiratória.

No mapa três de NNBM3 (figura 3), observa-se ainda um avanço no número de relações estabelecidas nos mapas conceituais de todo o grupo, que implicam regulações e coordenações estruturantes em relação à mitocôndria, cloroplastos e geração de energia.

Figura 3: Terceiro mapa conceitual elaborado pelo(a) aluno(a) NNBM3 com base na temática abordada no seminário: “Geração de energia em mitocôndrias e cloroplastos, no terceiro momento da pesquisa”.



Fonte: elaboração do aluno NNB.

No mapa três de NNBM3, em relação à mitocôndria, já se observa a coordenação de palavras-chave fundamentais com cadeia transportadora de elétrons, glicólise e ciclo de Krebs (Figura 3, círculos pretos), representando um avanço significativo em relação ao mapa dois. Por exemplo: “respiração celular que utiliza energia dos alimentos transferida para a glicólise que ocorre no citoplasma gerando piruvato convertido em acetil coenzima A transportado para o ciclo de Krebs ocorre na matriz mitocondrial gerando CO_2 , NADH e FADH, que doam os elétrons para a cadeia transportadora de elétrons [...]”.

Apesar dos avanços realizados por esses estudantes, constatamos erros e lacunas no mapa 3 que precisam ser corrigidos, como, por exemplo, a ausência de coordenação entre mitocôndria e cloroplastos (Figura 3 – ver círculos vermelhos). Esses conceitos foram construídos em blocos (bloco da mitocôndria e bloco de cloroplasto). Desse modo, há incoordenação entre os blocos. Por exemplo, o produto do cloroplasto (açúcares) não se relaciona com a mitocôndria.

Por outro lado, no fórum de discussões e apresentações do seminário, o estudante é capaz de estabelecer essa relação. Quando questionado durante a apresentação do mapa sobre as relações entre H_2O , CO_2 , O_2 , ATP, $NADPH_2$, na mitocôndria e cloroplastos, o discente NNB enfatiza: “o ATP no cloroplasto, né, ele tá confinado, não sai, tá preso porque não tem transportador para ele. O mesmo para o NADPH. O ATP da mitocôndria a célula vai usar para suas funções”. (NNB, 2020). Complementa CCB: “por isso, o ATP fica confinado, não tem proteína transportadora para o ATP, como tem na membrana interna da mitocôndria” (CCB, 2020).

Outro pequeno erro identificado foi a ausência do número dois na fórmula química do FADH (Figura 3), sendo que a representação correta é $FADH_2$. Entretanto, é importante destacar que, tanto no seminário apresentado quanto nos fóruns de discussão e em outros mapas dos estudantes (MMB, LLB, CCB, AAB), a fórmula foi utilizada corretamente. Isso representa um indício de que o erro no mapa 3, do estudante NNB não reflete uma ausência de conhecimento, mas sim um erro pontual, possivelmente ligado a aspectos de atenção, transcrição ou representação gráfica. Isso é reforçado pelo fato de que, tanto no seminário quanto nos fóruns de discussão, e nos mapas dos outros estudantes utilizou corretamente a fórmula $FADH_2$, demonstrando que eles compreendem sua representação correta e seu significado bioquímico.

Além disso, cabe frisar que, embora o estudante tenha utilizado o termo “fase escura” na Figura 3 ao se referir ao Ciclo de Calvin, pois essa nomenclatura ainda é recorrente em diversos livros didáticos, inclusive o utilizado nesta disciplina, o que justifica, em parte, seu uso. No entanto, esse conceito foi devidamente discutido durante os seminários e esclarecido nos fóruns de discussão, onde ficou evidenciado que a chamada “fase escura” não ocorre, de fato, independente de luz. Na realidade, essa etapa, também conhecida como Ciclo de Calvin, depende de diversas enzimas cuja atividade é regulada pela presença de luz. Um exemplo desse mecanismo é o sistema ferredoxina-tiorredoxina, que ativa ou inibe enzimas específicas do ciclo em resposta à luminosidade, conforme descrito por Crusciol et al. (2013) e Taiz et al. (2017). Como sugestão, recomenda-se que os livros didáticos substituam a expressão “fase escura” por “fase química”, por se tratar de uma denominação mais adequada e precisa do ponto de vista bioquímico.

Apesar dos avanços realizados por estes estudantes, muitas lacunas subsistem e muitos erros ainda precisam ser regulados. Assim, constatamos que as significações do estudante estão inseridas em uma totalidade coordenativa, cuja natureza inferencial é inegável. As inferências nascentes nesse terceiro mapa fazem emergir justificativas e explicações que nos permitem concluir que ele está atribuindo significados ao texto trabalhado no seminário, coordenando-os. Esse mapa três construído e suas inferências caracterizam-se por uma complexidade e uma organização lógica superior ao mapa dois, fundamentadas em novas inferências que conduzem à tomada de consciência da relação entre glicólise, ciclo de Krebs e cadeia respiratória. Além disso, o estudante é capaz da tomada de consciência da relação entre mitocôndria e cloroplastos, evidenciado no fórum de discussão e na apresentação do seminário.

As discussões no fórum foram importantes e ajudaram nas transformações dos mapas um, dois e três, em organização e complexidade. Por exemplo, no mapa II, quando o estudante LLB pontua a ausência de coordenação entre Glicólise, o Ciclo de Krebs e a Cadeia Transportadora de Elétrons (Figura 1 – círculos pretos), ele abre uma discussão nos fóruns, que permite reformulações do mapa. Mas, certamente, é a aquisição de novos conhecimentos que permite o preenchimento de lacunas. Vejamos as considerações da estudante LLB no fórum de discussões: “no mapa NNBM2, seria importante estabelecer relação entre fotossíntese e respiração celular (a fotossíntese libera O_2 , que é consumido durante a respiração celular; esta, por sua vez, libera CO_2 que é utilizado durante a fotossíntese). Também faltou especificar como ocorre o processo de produção de ATP na fase clara” (LLB, 2020).

Por fim, no mapa três do discente NNBM3 (Figura 3) e nos demais mapas do grupo, observam-se regulações e coordenações estruturantes, por exemplo no mapa NNBM3: “respiração celular utiliza energia dos alimentos transferida para a glicólise que ocorre no citoplasma, gerando piruvato convertido em acetil coenzima A, transferido para o ciclo de Krebs ocorre na matriz mitocondrial, gerando CO_2 e NADH e $FADH_2^5$ que doam os elétrons para a cadeia transportadora de elétrons correr na membrana interna gerando bombeamento de prótons [...]” (NNB, 2020). Vejamos também as considerações do estudante MMB no fórum de discussões: “o ciclo de de Krebs forma CO_2 e NADH e $FADH_2$ sendo que o NADH e $FADH_2$ vai doar elétron para as proteínas da cadeia transportadora”(MMB, 2020)

Em resumo, na construção dos mapas conceituais pelo aluno grupo (NNB, MMB, LLB, CCB, AAB), observa-se um avanço em extensão e compreensão. Em extensão, porque o número de relações estabelecidas aumentou significativamente. A questão aqui é saber a qualidade destas relações, o que implica saber a compreensão do aluno sobre os conteúdos trabalhados. Nesse campo, também, observamos avanço. Por exemplo, no mapa um do discente NNBM1 (Figura1), existem coordenações e regulações locais: “respiração celular inclui glicólise e ocorre no citoplasma gerando piruvato” (NNBM1). Já no mapa dois (Figura 2), encontramos regulações e coordenações sistêmicas: “respiração celular utiliza energia dos alimentos transferida para a glicólise, que ocorre no citoplasma gerando piruvato, convertido em acetil Coenzima A, transferido para o ciclo de Krebs, ocorre na matriz mitocondrial gerando CO_2 e NADH” (NNBM2). Por fim, no mapa três (Figura 3), encontramos regulações e coordenações estruturantes: “[a] respiração celular que utiliza energia dos alimentos transferida para a glicólise, que ocorre no citoplasma gerando piruvato convertido em acetil Coenzima A, transportado para o ciclo de Krebs ocorre na matriz mitocondrial gerando Co_2 , NADH e $FADH_2$, que doam os elétrons para a cadeia transportadora de elétrons [...]” (NNB). Finalmente, ainda que não presente no mapa três, os discentes tomam consciência das relações entre geração de energia, mitocôndria e cloroplastos.

⁵ Optamos por manter a fórmula química correta ($FADH_2$, e não $FADH$), considerando que, tanto no seminário quanto nos fóruns de discussão e em outros mapas, os estudantes utilizaram a representação adequada.

2.1.2 Categoria: tomada de consciência da importância do trabalho em grupo e afetividade para realização dos seminários

Na disciplina, tanto na organização dos seminários quanto nos fóruns, priorizamos a cooperação e afetividade. Assim, cooperação significa operar conjuntamente, o que só é possível por meio das discussões que permeiam o trabalho no grupo (reuniões dos seminários), os fóruns de discussões no *Google Classroom* e das discussões durante as apresentações dos seminários, permitindo que o estudante pense em função da realidade comum e coordenar diferentes pontos de vista. Essas trocas que envolvem êxitos, erros, preenchimento de lacunas e superação da resistência do outro com quem se dialoga, conduzem o sujeito à tomada de consciência (Piaget, 1977). Os estudantes tomam consciência da importância desses processos na construção do conhecimento. Vejamos a seguir a fala do estudante MMB: “cresci mais como pessoa na disciplina do que como aluna. Aprendi melhor com as outras pessoas no grupo dos seminários, respeitando e tendo mais paciência. A monitora ajudou muito e as orientações do professor também” (MM, 2020). E também de LLB (2020):

A matéria mostrou-se muito interessante em relação a conteúdo e experiências durante os seminários, possibilitando um melhor entendimento do assunto inerente. Logo, entendi que evolui graças a união entre todos do grupo, apoiando uns aos outros em suas dificuldades e exaltando suas qualidades, que poderemos obter êxito em nossa caminhada acadêmica.

Não poderíamos deixar de mencionar que todo esse processo foi permeado por uma energética da ação, que, por um lado, permitiu excelentes apresentações, mas, por outro lado, alguns alunos ficaram retraídos, receosos em apresentar o seminário pelo *Google Meet*, que, de certa forma, impactou na aprendizagem. Vejamos a fala da estudante NNB, no tópico da autoavaliação sobre comentários que gostaria de fazer:

Estudante NNB: [...] creio que em crescimento pessoal, eu tive a maior certeza. E vale ressaltar outro desafio enorme é a apresentação do seminário, pois sou muito tímido e ansioso e essa apresentação, na minha mente, tinha que ser perfeita. A empatia nas reuniões de grupo foi importante para aprendermos. Os colegas sempre ajudavam e as monitoras foram excelentes.

O receio das apresentações dos seminários impactou na aprendizagem dos alunos. A academia é vista como um ambiente estressante, que exige muito deles, e isso permeou muitas de suas falas. Vencer essa barreira cultural é um grande desafio. Tentamos, com este trabalho, deslocar o professor de sua centralidade, tornando os alunos mais protagonistas e valorizando metodologias ativas, pautadas na relação professor-aluno. Também destacamos a importância do professor-pesquisador, conferindo um novo status tanto ao professor quanto ao aluno. O professor-pesquisador se complementa na dinâmica do aluno-pesquisador, produzindo como síntese a liberdade do pensamento e uma nova dimensão do exercício da docência e da discência (Becker, 2012; Marques, 2016; Silva, *in*: Becker e Marques, 2010).

Em todo esse processo, procuramos estabelecer um ambiente cooperativo para o desenvolvimento de personalidades mais autônomas e críticas. A autoavaliação e a avaliação dos colegas pelos grupos mostraram-se eficientes, pois permitiram que os discentes pensassem

sobre a importância do trabalho em grupo e afetividade nesse processo. Assim, a confiança em si mesmo, a força de vontade, o querer, impulsionaram os discentes nessa jornada. Ademais, a solidariedade, o respeito mútuo, que emergiram da convivência no grupo, frutos de relações simétricas, de um lado, e, de outro, a simpatia, sensibilidade, disponibilidade dos monitores, do professor, contribuíram para que algumas barreiras fossem transpostas.

Dessa forma, a combinação entre seminários, a construção de mapas conceituais utilizando o *Cmap Tools* e os fóruns de discussão mostrou-se uma estratégia relevante para promover a aprendizagem significativa dos estudantes. Esses resultados estão em consonância com os achados de Ferreira, Cohrs e De Domenico (2012), que confirmam a contribuição do *Cmap Tools* para a organização e visualização das ideias, impactando na aprendizagem. Além disso, dialogam com os apontamentos de Hoppe e Corbellini (2015), que destaca a importância dos mapas conceituais na medida em que permitem identificar os interesses dos discentes, os temas que os motivam, as dificuldades que enfrentam e as possibilidades de novos encaminhamentos no processo de ensino e aprendizagem. Tal estratégia, portanto, potencializa práticas pedagógicas voltadas para aprendizagens ativas, cooperativas e autônomas. Por fim, os resultados também estão alinhados às considerações de Alves e Bego (2020), que ressaltam o papel dos materiais de aprendizagem, como o *Cmap Tools*, quando teoricamente fundamentados, como elementos integradores e articuladores do planejamento didático.

3. Considerações finais

Esta exposição teve como objetivo analisar os impactos dos seminários, juntamente com os mapas conceituais, utilizando o *Cmap Tools* na tomada de consciência dos alunos em uma disciplina de uma universidade pública no sudoeste da Bahia. Pode-se concluir, neste relato, que o trabalho com seminário e mapas conceituais utilizando o *Cmap Tools*, em ambientes de cooperação, contribuiu para a tomada de consciência sucessiva e, portanto, para uma aprendizagem significativa dos alunos. Podemos inferir que a cooperação nos seminários, na construção dos mapas conceituais e nos fóruns de discussões permitiu uma aprendizagem significativa, na qual os sujeitos avançaram de uma representação pré-conceitual com domínio do pensamento intuitivo, para uma representação conceitual, com compreensão da totalidade que eles conseguiram construir.

Apesar do seminário, do uso dos mapas conceituais e o fórum de discussões serem boas estratégias, o foco que garantiu a aprendizagem dos sujeitos não deve estar centrado apenas neles. A garantia de uma aprendizagem significativa advém também da aplicabilidade das teorias pedagógicas, do domínio dos conhecimentos específicos da disciplina pelo professor, dos espaços de cooperação, da simpatia, da sensibilidade, do comprometimento da equipe executora, do querer aprender, da força de vontade do aluno (interesse e motivação), da disponibilidade da universidade para um acompanhamento. Assim, os seminários, juntamente com a construção de mapas conceituais, os fóruns de discussões impactaram na tomada de

consciência, porque houve aplicações metodológicas que influenciaram na aprendizagem e na formação do sujeito crítico-reflexivo e autônomo. Por outro lado, o acompanhamento psicossocial dos estudantes no contexto desta universidade mostrou-se insuficiente, o que dificultou na aprendizagem. Um trabalho de interdisciplinaridade faz-se necessário na busca de ações mais efetivas.

Referências

- ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da Biologia Celular**. 3. ed. ArtMed, Porto Alegre, 2017.
- ALVES, M.; BEGO, A. M. A. Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de seus Elementos Constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 71-96, 2020.
- ANDRADE, J. A. P. A. tomada de consciência da relação entre Organismos Transgênicos e Organismos Geneticamente Modificados: aprendizagem significativa entre estudantes de uma universidade pública no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Porto Alegre, v. 16, n. 1, 2016.
- ARAÚJO, A. R. DE. **Educação matemática a distância: a reconstrução de conceitos e práticas pedagógicas no ensino do número**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 125. 2017.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BACHELARD, G. **A poética do devaneio**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.
- BOGDAN, R. C; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BECKER, Fernando. **Educação e construção do conhecimento**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; SORATTO, R. P.; ROSOLEM, C. A. Upland rice growth and mineral nutrition as affected by cultivars and sulfur availability. **Soil Science Society of America Journal**, v. 77, n. 1, p. 328-335, 2013.
- DANIN, R; RANGEL, L. P; BECKER, M. L. R. Tomada de consciência e autonomia em contextos pedagógicos: um estado da arte. **Revista e-Curriculum**; São Paulo, v. 19. N. 3, 2021. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/46348/37778>. Acesso em: 20 maio 2023.
- DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989.
- FERREIRA, P. B.; COHRS, C R ; DE DOMENICO, E. B. L. Software Cmap Tools para a construção de mapas conceituais: a Avaliação de Graduandos de enfermagem. **Revista da**

Escola de Enfermagem da USP (Impresso), v. 46, p. 88, 2012.

HOPPE, M.; CORBELLINI, S. Aprendizagens cooperativas na construção de portfólios Virtuais: uma experiência na iniciação à docência. **Renote: Revista novas tecnologias na educação**, v. 13, p. 1-10, 2015

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986

MARQUES, P. R. **Tomada de consciência no ciclo de alfabetização a partir de problemas do campo aditivo da provinha brasil de matemática**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande, Porto Alegre, p. 85. 2016.

MOÇAMBITE, N. S. **Situações Didáticas na Aprendizagem Matemática na Perspectiva da Construção do Conhecimento**. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas. Manaus, p. 203. 2016.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. Jean Piaget. Tradução de: Dirceu Accioly Lindoso e Rosa Maria Ribeiro da Silva. Cidade: Rio de Janeiro-São Paulo. Editora: Forense, 2ª edição, 182p. 1970.

PIAGET, J. **A Epistemologia Genética**. Tradução: Nathanael C. Caixeiro. Petrópolis: Editora Vozes, 2ª edição, 110p. 1973b.

PIAGET, J. **A tomada de consciência**. Tradução de Edson Braga de Souza. São Paulo, Melhoramentos. Editora da Universidade de São Paulo [Edusp], 211p. 1977.

PIAGET, J. **O fazer e compreender**. Trad. Cristina L. de P. Leite. Cidade: São Paulo. Editora: Melhoramentos Edusp, 186p. 1978.

PIAGET, Jean; GARCÍA, Rolando. **Hacia una lógica de significaciones**. Gedisa, Barcelona. 160p. 1987.

PIAGET, J. **As formas elementares da dialética**. Jean Piaget. Tradução Fernanda Mendes Luiz. Coordenação - Lino de Macedo. São Paulo-Casa do Psicólogo, 296p. 1996.

SILVIA, J. A. O professor-pesquisador e a liberdade do pensamento In: BECKER, F; MARQUES, T. B. I (orgs.). **Ser professor é ser pesquisador**. Porto Alegre. Mediação, p 62-73. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. [S.l.]: Artmed Editora, 2017.

Recebido em fevereiro de 2025.
Aprovado em junho de 2025.

Revisão gramatical realizada por: Rutiléa Mendes de Moraes
E-mail: rutidiscipula@gmail.com