

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – MESTRADO

MARIANA RAYANE DA SILVA PONTES

**A GRAMÁTICA DO DESIGN VISUAL COMO RECURSO FACILITADOR NA
LEITURA DE ESQUEMAS CONCEITUAIS EM PARKING LOT**

RECIFE

2021

MARIANA RAYANE DA SILVA PONTES

**A GRAMÁTICA DO DESIGN VISUAL COMO RECURSO FACILITADOR NA
LEITURA DE ESQUEMAS CONCEITUAIS EM PARKING LOT**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino das Ciências, na área de Educação.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Orientadora: Prof^a Dr^a Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão

Coorientadora: Prof^a Dr^a Risonilta Germano Bezerra de Sá

RECIFE

2021

MARIANA RAYANE DA SILVA PONTES

**A GRAMÁTICA DO DESIGN VISUAL COMO RECURSO FACILITADOR NA
LEITURA DE ESQUEMAS CONCEITUAIS EM PARKING LOT**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino das Ciências, na área de Educação.

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Orientadora e presidente da banca

Profª Drª Fernanda Muniz Brayner Lopes
Secretaria de Educação de Pernambuco (Membro externo)

Profª Drª Maria Teresa Lopes
Universidade Federal de Pernambuco - CAA/UFPE (Membro externo)

Profª Drª Janaína de Albuquerque Couto
Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGEC/ UFRPE (Membro interno)

AGRADECIMENTOS

DEDICATÓRIA

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo investigar de que maneira a Gramática do Design Visual (GDV) pode contribuir para a leitura de Esquemas Conceituais em Parking Lot (ECPL) produzidos em um contexto de ensino de Bioquímica. Assim, os atores sociais foram licenciandos do segundo período do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Por consistir em uma temática que viabiliza inúmeras articulações entre conceitos bioquímicos, biológicos e entre estes e o contexto social e cultural, o emagrecimento por meio da adesão às dietas low carb foi escolhido para nortear a sequência de aulas que apresentou como resultado final a elaboração dos ECPLs aqui analisados. Desse modo, o corpus dessa pesquisa é constituído pela produção de quatro grupos de trabalho distintos, tendo cada um deles estruturado dois esquemas, um antecedente à sequência de aulas a respeito das dietas low carb e o outro posteriormente. De posse dos dados, deu-se início à análise fundamentada na GDV. Dentre os resultados, verificou-se a predominância de vetores unidirecionais na maioria dos esquemas, ainda que estivessem sendo retratados processos bi e/ou multidirecionais. Com relação às categorias da GDV, observou-se a prevalência da subcategoria representacional narrativa de ação nas produções dos licenciandos. Destarte, a Gramática do Design Visual quando associada ao conteúdo específico e à elaboração de ECPLs constitui uma válida ferramenta para o acompanhamento da aprendizagem, uma vez que possibilita ao docente dimensionar quais processos mentais (definição, classificação, narração) foram suprimidos ou ainda adicionados pelos estudantes. Por fim, cientes de que podem surgir questões subjacentes a esse estudo e dada a escassez de trabalhos que associam a GDV ao Ensino de Ciências e Biologia, sugerimos que novas pesquisas sejam realizadas.

Palavras- Chaves: Ensino de Bioquímica; Esquemas Conceituais em Parking Lot; Gramática do Design Visual.

ABSTRACT

This paper work had the purposed to investigate how the Visual Design Grammar (GDV) can contribute to reading Conceptual Schemes in Parking Lot (ECPL) produced in a Biochemistry teaching context. Thus, the social actors were Biology Science's second period students from Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). As it consists in a theme that enables numerous articulations between biochemical and biological concepts and between these and the social and cultural context, weight loss through adherence to low carb diets was chosen to guide the sequence of classes that presented as result the elaboration of the ECPLs analyzed here. Thus, this research corpus is constituted by the production of four distinct working groups, each one of them structured two schemes, one before the classes about low carb diets and the other after. In possession of data, analysis was based on the GDV. Between the results, there was a predominance of unidirectional vectors in most schemes, even though bi and /or multidirectional processes were being portrayed. About GDV's categories, action narrative representational subcategory prevalence was observed in the graduates' productions. Thus, the Grammar of Visual Design when associated with the specific content and ECPL's elaboration constitutes a valid tool to monitoring learning, since it allows the teacher to measure which mental processes (definition, classification, narration) have been suppressed or even added by the students. Finally, aware that issues underlying this study may arise and given the shortage of studies that associate GDV with Science and Biology Education, we suggest that further research be realized.

Key-words: Biochemistry teaching; Conceptual Schemes in Parking Lot; Grammar of Visual Design.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACETIL-COA: Acetil- Coenzima A

ADP: Adenosina difosfato

AG: Ácido graxo

ATP: Adenosina trifosfato

CK: Ciclo de Krebs

CO₂: Dióxido de carbono

CTE: Cadeia Transportadora de Elétrons

ECPL: Esquemas conceituais em *parking lot*

GDV: Gramática do design visual

GT: Grupo de trabalho

MOMUP-PE: Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco

TAG: Triacilglicerol

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFRPE: Universidade Federal Rural de Pernambuco

LISTA DE QUADROS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Influência dos hormônios pancreáticos na glicemia.....	29
Figura 2: Classificação dos lipídeos conforme função que desempenham	30
Figura 3: Absorção dos lipídeos provenientes da alimentação.....	32
Figura 4: Integração do catabolismo de aminoácidos, carboidratos e ácidos graxos	34
Figura 5: Produtos metabólicos do Ciclo de Krebs	35
Figura 6: Regulação da síntese e degradação dos ácidos graxos.....	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 FORMAÇÃO DE CONCEITOS	17
3.2 REPERCUSSÕES METABÓLICAS DA ADESÃO À DIETA LOW CARB	26
3.3 CONTEXTO PARADIGMÁTICO DA ELABORAÇÃO DE ESQUEMAS CONCEITUAIS EM PARKING LOT	38
3.4 A GRAMÁTICA DO DESIGN VISUAL	50
4 METODOLOGIA	61
4.1 NATUREZA DA PESQUISA	61
4.2 ATORES SOCIAIS	62
4.3 ETAPAS METODOLÓGICAS	63
4.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS	70
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
5.1 ANÁLISE INDIVIDUAL DOS ESQUEMAS CONCEITUAIS EM <i>PARKING LOT</i>	72
5.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO COLETIVA DOS ESQUEMAS CONCEITUAIS EM <i>PARKING LOT</i>	153
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	158
7 REFERÊNCIAS	160

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, o ser humano elabora ideias para analisar e explicar as vivências por ele experimentadas. Dessa forma, inicia-se um processo de sistematização em que o conhecimento proveniente das experiências vivenciadas passa a ser compartilhado.

Ao decorrer dos anos e concomitantemente às transformações históricas e sociais experienciadas pela humanidade, diversas foram as maneiras de conceber o conhecimento científico, pois assim como a história do homem, este também constitui um processo dinâmico e inacabado, haja vista que se caracteriza por ser a tentativa de compreender e explicar racionalmente a natureza, percepção esta que varia de acordo com o período histórico vivenciado. Nesse contexto, foi possível à humanidade reunir muitas informações, que foram esquematizadas como conceitos.

Na contemporaneidade, o processo de ensino e aprendizagem das Ciências deve, dentre outras atribuições, buscar articular os fenômenos biológicos, químicos e físicos e além disto, propiciar o estabelecimento de conexões entre estes e os aspectos socioculturais que os envolvem. Contudo, esse processo ainda é pautado no paradigma Cartesiano ou Linear, de acordo com o qual:

Os conteúdos específicos são fragmentados e dispersados em áreas conceituais distintas, de modo que estruturas e processos não se relacionam. Assim, o ensino acaba por se pautar na memorização de conteúdos e de nomenclaturas, mas sem entendimento das relações envolvidas (CARNEIRO-LEÃO et al., 2010, p. 266).

Posto isto, sob influência da perspectiva cartesiana, desarticulamos os conteúdos com a justificativa de que assim estamos facilitando sua compreensão. Na verdade, ao ignorar as conexões existentes entre eles, favorecemos o desenvolvimento de uma visão simplista e reducionista, bem como de erros e distorções conceituais.

Mediante isso, a linearidade mostra-se eficaz para compreensão de conceitos isolados, mas ao desconsiderar as interações existentes entre os eventos a serem estudados, mostra-se insuficiente para promover sua compreensão, uma vez que no mundo natural, as partes que compõem os sistemas exercem influência recíproca, de

modo que os acontecimentos, geralmente, possuem uma pluralidade de causas e efeitos que não podem ser totalmente entendidos apenas sob a ótica cartesiana.

Nesse cenário, o Pensamento Sistêmico ou da Sistemicidade propõe que a compreensão das inter-relações existentes entre as partes que compõem o todo é mais relevante do que o entendimento do funcionamento isolado de cada uma dessas partes (MARIOTTI, 2000).

Segundo o pensamento Sistêmico, um indivíduo é formado por um conjunto de elementos que estabelecem relações entre si e com o ambiente em que está inserido. Logo, seu estudo deve considerar todas as interdependências envolvidas, uma vez que a reunião dos elementos constitui uma unidade funcional maior cujas qualidades não se reproduzem em seus componentes isolados (UHLMANN, 2002).

Relativamente a isso, Mariotti (2000) assinala que uma visão holística dos fenômenos naturais pode ser alcançada quando se considera a complementariedade existente entre os paradigmas Cartesiano e Sistêmico, de modo que o entrelaçamento destes pode favorecer a percepção das relações existentes entre o que, até então, encontrava-se desarticulado.

Assim, o Paradigma Complexo ou da Complexidade “não é um conceito teórico e sim um fato da vida. Corresponde à multiplicidade, ao entrelaçamento e à contínua interação da infinidade de sistemas e fenômenos que compõem o mundo natural” (MARIOTTI, 2008, p.87). Em outras palavras, essa perspectiva admite a integração e pluralidade existentes nos sistemas naturais. Logo, à luz da complexidade, a compreensão do funcionamento das partes é tão importante quanto das interações existentes entre elas, uma vez que ambas estão imbricadas e exercem influência mútua, ou seja, se autorregulam.

A esse respeito, consideramos que uma concepção complexa do ensino de conceitos biológicos demanda mudança atitudinal por parte dos docentes, de modo que estes passem a abordar os conteúdos de maneira articulada e contextualizada, estimulando os discentes a atribuírem significado ao que está sendo estudado. Behrens (2013) compartilha desse pensamento e sinaliza:

O paradigma emergente¹ busca provocar uma prática pedagógica que ultrapasse a visão uniforme e que desencadeie a visão de rede, de teia, de interdependência, procurando interconectar vários interferentes que levem o aluno a uma aprendizagem significativa, com autonomia, de maneira contínua, como um processo de aprender a aprender (p.111).

Contudo, para alcançar tal feito é preciso, inicialmente, direcionar o olhar para a formação docente. Acerca disto Brayner-Lopes, Carneiro-Leão e Jófili (2014) refletem sobre o processo cíclico que ocorre quando o licenciando torna-se licenciado e chega até a escola:

Para atender às necessidades impostas pelo avanço da Ciência, quanto à compreensão dos processos biológicos de forma sistêmica, o docente, especialmente o formador universitário, precisa estar em contínua formação e reflexão. A constatação é de que os licenciados estão chegando à escolarização básica para aplicar o que aprenderam na universidade e, assim, reproduzir um ensino fragmentado, o que leva a um ciclo vicioso. Ou seja: o estudante sai da escolarização básica com a vivência do ensino fragmentado da Biologia; inicia a graduação e se depara com um ensino enciclopédico da Biologia, também fragmentado; e termina a graduação retornando como profissional docente ao ensino básico e reproduz mais uma vez este mesmo padrão _ o ensino fragmentado, desarticulado e descontextualizado da Biologia (p.04).

Evidencia-se, a partir da afirmação das autoras, que a ausência de uma abordagem Sistêmico e/ou Complexa durante as disciplinas da graduação repercute negativamente no futuro desempenho profissional dos licenciandos que estão sendo formados, pois estes apresentarão dificuldades em compreender e, por conseguinte, em ensinar os sistemas vivos como sendo redes biológicas complexas.

Diante disto, pensar a formação do docente de Biologia numa perspectiva Sistêmica e/ou Complexa apresenta-se como uma possível alternativa para favorecer a compreensão das interações entre os conceitos apresentados nesta área das ciências naturais que, no decorrer da história, foi ramificada em subáreas especializadas como a Citologia, Biofísica, Bioquímica, Embriologia, dentre outras, tendo em vista que propõe o exercício de múltiplos olhares sobre o objeto de interesse, e não apenas o estudo alinhado das partes (BRAYNER-LOPES, CARNEIRO-LEÃO, JÓFILI, 2014).

¹ Behrens (2013) define o paradigma emergente como sendo a “aliança entre os pressupostos das abordagens sistêmica, progressista e o ensino com pesquisa” (p.95).

Neste contexto, voltaremos nosso olhar para a Bioquímica, que pode ser definida como ramo das Ciências Biológicas que se debruça sobre as bases químicas da vida. Assim, seu estudo pode elucidar como um conjunto de moléculas inanimadas, como partes constituintes do organismo vivo interagem para manter e perpetuar a vida exclusivamente pelas leis físicas e químicas que regem o universo inanimado (MURRAY et al., 2010; NELSON e COX, 2014).

Este ramo da Biologia tem sido alvo de inúmeras investigações, que apontam a urgência de repensar a maneira de ensiná-lo. Dentre os indícios que indicam esta necessidade, está o reconhecimento de que, comumente, os estudantes não têm o mínimo entendimento de Química, necessário para compreensão da Bioquímica. Há de se considerar, ainda, a natureza abstrata e pouco estruturada dos conceitos moleculares; o aumento exponencial do conhecimento, e a dificuldade para articular áreas do conhecimento que são tradicionalmente ensinadas de maneira isolada (AMARAL et al., 2006; BELL, 2001; HEIDRICH e ANGOTTI, 2010; TIBELL e RUNDGREN, 2010).

Diante do exposto, o presente estudo deteve-se em verificar, com o auxílio da Gramática do Design Visual, os percursos cognitivos realizados por licenciandos de Ciências Biológicas durante o processo de mediação simbólica dos aspectos bioquímicos do emagrecimento por meio da restrição de carboidratos. Este recorte conceitual foi realizado considerando que o metabolismo energético é um tema relacionado a muitas práticas cotidianas dos discentes, e que, portanto, demanda um tratamento plurifacetado, em que sejam elucidadas as causas, consequências e inter-relações existentes entre os eventos estudados

Considerando este contexto, direcionaremos nosso olhar para a análise da estruturação de Esquemas Conceituais em *Parking Lot* (ECPLs), os quais consistem em construções cujo desenvolvimento é orientado a partir de uma questão norteadora e da disponibilização de conceitos, palavras-chaves e/ou imagens. A esse respeito, elucidamos que os ECPLs oportunizam a articulação dos conceitos estudados sem, no entanto, requererem uma organização hierárquica destes, característica que os distingue dos mapas conceituais. Desta forma, acreditamos que os Esquemas Conceituais em *Parking Lot* constituem um instrumento

metodológico oportuno para o acompanhamento da formação de conceitos em uma perspectiva Sistêmica e/ou Complexa.

Tendo em mente que o campo da semiótica ainda é pouco explorado no ensino das ciências e biologia, e que os ECPLs reúnem tanto elementos verbais como não-verbais, optamos por utilizar os pressupostos da Gramática do Design Visual (GDV) para analisá-los. Relativamente a isto, esclarecemos que a GDV foi desenvolvida por Kress e van Leeuwen (1996), a partir da percepção de que as imagens, assim como os textos verbais, constituem produções permeadas por significados próprios, e que, por isso, demandam uma leitura e interpretação sistemática.

Destarte, o presente estudo apresenta o seguinte problema de pesquisa: *Em que medida os pressupostos e categorias da Gramática do Design Visual podem contribuir para a leitura de Esquemas Conceituais em Parking Lot e consequente acompanhamento da formação e articulação de conceitos e significados bioquímicos e, mais especificamente, a respeito do emagrecimento por meio de dietas Low Carb?*

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Identificar como os pressupostos da Gramática do Design Visual (GDV) corroboram para a leitura de Esquemas Conceituais em *Parking Lot* e consequentemente para o acompanhamento da construção de conceitos e significados envolvidos no estudo do emagrecimento por meio de dietas *Low carb*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar de que maneira os pressupostos da Gramática do Design Visual facilitam a leitura dos ECPLs.
- Verificar nos Esquemas Conceituais em *Parking Lot* os avanços e/ou limitações na formação dos conceitos relacionados ao emagrecimento por meio de dietas *low carb*.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 FORMAÇÃO DE CONCEITOS

A disparidade entre a excepcional produção e disseminação de conhecimento na contemporaneidade e o desempenho exibido por estudantes em exames avaliativos, como no Programa Internacional de Avaliação de estudantes (PISA), por exemplo, despertam debates em torno de como ocorre a formação e apropriação dos conhecimentos científicos e de que maneira esta pode ser utilizada como ferramenta de compreensão e transformação da realidade (PEDRANCINI et. al; 2011).

Em síntese, estas discussões e investigações em torno da formação de conceitos buscam compreender quais mecanismos são ativados quando o sujeito encontra-se perante uma situação que requer trabalho mental, isto é, são destinadas ao entendimento da cognição. Deste modo, almeja-se perceber quais são as condições necessárias para a construção e adoção de dinâmicas que favoreçam, efetivamente, a aprendizagem (SÁ, 2017).

Relativamente a isto, Vygotsky (1999) concebe a formação conceitual “como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método de seu raciocínio” (p. 73), assim, notabiliza-se na fala do autor que as interações sociais e culturais exercem influência direta na maneira de perceber e compreender o mundo apresentada pelo sujeito.

Moretto (2000) compartilha desse pensamento e sinaliza que é necessário considerar que “o aluno tem uma vivência que lhe permite construir uma estrutura cognitiva formada por ideias e concepções ligadas ao senso comum de seu meio social e às representações que ele mesmo constrói em função de suas próprias experiências” (p. 105), em outras palavras, é preciso ter em mente que os discentes ao chegarem em sala de aula trazem consigo uma bagagem de conhecimentos que é resultante das suas experiências empíricas e da convivência social estabelecida com outros sujeitos.

Diante dessa percepção, Coll (2001) evidencia a relevância das teorias como fonte de instrumentos para a análise e reflexão acerca da prática docente e do processo de ensino e aprendizagem como um todo. Assim, ao debruçar-se sobre o estudo dos processos cognitivos é comum encontrar debates entre estudiosos das teorias de Piaget e Vygotsky, pois segundo Castorina et.al (1996) boa parte destes as concebem como sendo antagônicas, posicionamento do qual os autores discordam, uma vez que, os dois teóricos enfatizaram o papel ativo do sujeito e o caráter qualitativo das mudanças durante o desenvolvimento cognitivo. Sendo assim, Castorina et.al (1996) salientam que as ideias piagetianas e as derivadas dos estudos de Vygotsky podem ser compreendidas como complementares.

Nesse contexto, Mortimer e Carvalho (1996) explicam que, tanto para Piaget como para Vygotsky, o conhecimento resulta das interações estabelecidas entre o sujeito e o objeto de interesse, contudo, para Vygotsky estas interações são mediadas por um sistema simbólico que é fruto da cultura. Deste modo, os autores consideram que com base nas ideias de Vygotsky “é possível estender a análise de sala de aula e descobrir aspectos de clara relevância para o ensino que ficariam ausentes num referencial puramente piagetiano” (p.13). Isto posto, direcionaremos nosso olhar para a perspectiva vygotskyana de formação conceitual.

Assim, salientamos que ao voltar-se para o estudo da formação conceitual Vygotsky (1999) chegou à conclusão de que esta consiste em um “ato real e complexo do pensamento que não pode ser ensinado por meio de treinamento, só pode ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já tiver atingido o nível necessário” (p.104), evidenciando, desta forma, que a aprendizagem não pode ser promovida apenas com base na repetição e memorização de concepções prontas e acabadas.

Posto isto, o teórico salienta o caráter processual e dinâmico da cognição, elucidando que conforme o intelecto das crianças desenvolvem-se, as concepções por elas apresentadas transmudam gradativamente de generalizações primitivas para outras mais sofisticadas. Neste contexto, o bielorusso passou a categorizar os conceitos em espontâneos e/ou cotidianos e científicos, de maneira que, enquadrassem-se na primeira categoria as concepções advindas das experiências pessoais,

enquanto na segunda estão agrupados os conceitos formados a partir das experiências escolares.

Mediante isto, Vygotsky (1999) empenhou-se em investigar quais eram os mecanismos essenciais para que se desse início à formação conceitual, e constatou que “para se iniciar o processo, é necessário confrontar o sujeito com a tarefa” (p.72), isto é, deve-se apresentar um problema ou situação que cause inquietação no indivíduo e o distancie da zona de conforto. Contudo, o teórico considera que apenas isto não é suficiente para promoção dos processos cognitivos, e salienta que é fundamental que sejam paulatinamente introduzidos meios para que os discentes consigam solucionar o problema colocado.

Deste modo, ao tratar da cognição Vygotsky enfatiza ainda a importância da mediação, ou seja, da(s) relação (ões) estabelecida (s) entre os indivíduos e entre estes e o mundo, pois de acordo com o mesmo é a partir desta que as funções psicológicas superiores (tais como a atenção voluntária, percepção, memória, pensamento, linguagem), tipicamente humanas, se desenvolvem. No que concerne a isto, estas funções possibilitam maior aproximação e interação entre a ação mental do indivíduo e o ambiente em que este encontra-se inserido, coadunando assim para a aquisição de conhecimentos. É através da fala, por exemplo, que o sujeito consegue expressar o que pensa e assim intercambiar ideias, opiniões com outros indivíduos.

Relativamente a isto, Castorina (1996), Mortimer e Carvalho (1996) sinalizam que, em suas obras, Vygotsky concebe o conhecimento como sendo fruto das interações estabelecidas entre os sujeitos e o objeto, sendo este último uma construção social, resultante da atividade humana no mundo. Cavalcanti (2005) compartilha desse pensamento e complementa o “homem transforma a natureza e a constitui em objeto do conhecimento (produção cultural) e, ao mesmo tempo, transforma a si mesmo em sujeito do conhecimento” (p.189). Nessa perspectiva, o sujeito assume um papel interativo, isto é, à medida em que aprende algo novo (constrói conhecimento) constitui-se também enquanto indivíduo, devido às relações inter e intrapessoais estabelecidas ao longo deste processo.

Neste sentido, segundo as ideias de Vygotsky o desenvolvimento das funções mentais superiores transcende a dimensão biológica e incorpora o compartilhamento e intercâmbio de concepções entre os sujeitos, concepções estas que são

historicamente, socialmente e culturalmente construídas. A esse respeito, Cavalcanti (2005) diz que o mundo é retratado por meio de signos, isto é, de elementos que são carregados de significação social e cultural e que atuam como mediadores do desenvolvimento supracitado. Sobre isto, Palangana (2001) sinaliza que os signos possibilitam o estabelecimento de conexões entre a realidade externa e objetiva e o pensamento do indivíduo.

Neste cenário, Vygotsky (2005) destaca a relevância da linguagem enquanto mediadora no desenvolvimento cognitivo, haja vista, que esta permite, dentre outras coisas, o direcionamento da atenção, a abstração e síntese de ideias, bem como a representação destas em símbolos. No que se refere a isto, Tudge (2002) afirma que a linguagem exerce papel fundamental na cognição pois viabiliza o compartilhamento dos significados sociais, isto é, das ideias e convicções de determinada sociedade, nas palavras do autor: “Palavras que já têm significado para os membros maduros de um grupo cultural passam a ter, no processo de interação, o mesmo significado para os jovens do grupo” (p. 153).

Com isto em mente, o ensino que objetiva seguir as ideias vygotskianas deve ser direcionado, prioritariamente, para promoção da aprendizagem dos conceitos que ainda não são compreendidos pelo indivíduo, uma vez que, o teórico bielorusso recomenda que seja lançado um olhar prospectivo para o processo cognitivo. É neste contexto que surge o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), para melhor compreendê-lo, no entanto, é necessário primeiro familiarizar-se com as noções de desenvolvimento real e potencial. O primeiro termo é utilizado para designar as funções mentais do sujeito que já amadureceram, já o segundo faz alusão àquelas que ainda não amadureceram, mas que poderão ser alcançadas através do auxílio de um par mais experiente ou apto.

Isto posto, Vygotsky (1989) define a Zona de Desenvolvimento Proximal como sendo

A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (p. 97).

Perante isto, considera-se que a adoção de práticas de ensino colaborativas, em que docente e estudantes estejam envolvidos na resolução de um problema ou desenvolvimento de uma tarefa em comum, coadunam para uma aprendizagem mais significativa.

3.1.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS CONCEITOS BIOLÓGICOS

Tendo em mente que a compreensão dos conhecimentos científicos configura um elemento crucial para o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos, faremos a seguir algumas considerações acerca dos conceitos biológicos e dos principais percalços encontrados no ensino e aprendizagem dos mesmos.

Lima (2009) ao lançar o olhar para o ensino dos conceitos biológicos assinala que estes são essenciais para a compreensão do surgimento e desenvolvimento da vida. A esse respeito, Krasilchik (2008) vai além e sinaliza que os conhecimentos de natureza biológica são necessários para elucidar a interdependência existente entre os seres humanos e demais organismos que compõe o mundo natural, contribuindo desta forma para a tomada de decisões políticas, ambientais e sociais mais conscientes e respeitosas.

No que se refere a isto, Pedrancini et al. (2007) assinalam que devido à estreita articulação entre tecnologia e ciência, a qual além de viabilizar o surgimento de novas descobertas corrobora para a difusão de informações acerca das mesmas, a biologia tem exponencialmente despertado o interesse do público para além do ambiente acadêmico. Para ilustrar isto as autoras citam as discussões decorrentes de estudos na área da biologia molecular e genética, tais como, a utilização de células-troncos, o desenvolvimento e uso de alimentos transgênicos, as quais suscitam debates éticos e morais.

Neste cenário, acrescentamos que para além disto, a percepção de que o desenvolvimento científico-tecnológico associado ao modelo econômico vigente e ao consumo exacerbado ocasiona o agravamento das questões ambientais, também tem levantado debates que envolvem conhecimentos de caráter biológico. Face à este reconhecimento de que a qualidade de vida das gerações futuras depende da conscientização da geração atual, evidencia-se a necessidade de alfabetizar cientificamente e ecologicamente o alunado (SANTOS e SCHNETZLER, 1997).

Contudo, Sá (2017) alerta que apesar do evidente entrelaçamento entre os conceitos de natureza biológica e as questões cotidianas, é comum o relato de que o ensino da Biologia não encontra-se em harmonia com estas últimas, em outras palavras, prevalece uma prática descontextualizada, de maneira que, por vezes os estudantes acabam por conceber este conhecimento como sendo algo restrito ao ambiente escolar, distante de sua realidade. Relativamente a isto, estudos indicam que o ensino descontextualizado da Biologia colabora para o desenvolvimento de um conhecimento enciclopédico, em outras palavras, para a repetição e reprodução automática de informações e fórmulas sem, no entanto, atribuição de significado aos mesmos (EL HANNI; BIZZO, 2002; CARNEIRO-LEÃO et al. 2010).

Neste contexto, no estudo de Bezerra et al (2008) sobre o ensino de biologia na educação de jovens e adultos são elencadas duas preocupações, a primeira diz respeito a falta de atividades e demonstrações práticas ligadas às aulas da disciplina em questão, e a segunda remete à falta de autonomia apresentada pelos discentes e o baixo índice de aproveitamento escolar dos mesmos. No que se refere a isto, acreditamos que a primeira situação somada à falta de contextualização dos conteúdos colaboram para o surgimento e manutenção do segundo cenário.

Dado o cenário sócio-histórico em que encontramos-nos, caracterizado pelo aumento exponencial de acesso à informação em virtude do surgimento e difusão da internet, é fundamental que o ensino seja repensado, haja vista que, nesse contexto, as instituições escolares e acadêmicas assumem uma nova função: a de significar e ressignificar as informações as quais os alunos já têm acesso. Reconhecer isto implica em considerar que o ensino de Biologia pautado apenas na memorização de conteúdos não mais satisfaz as necessidades educacionais (KNIGHT; WOOD, 2005).

Deste modo, Sá et al. (2008) sinalizam a urgência da adoção de práticas docentes direcionadas para um ensino que valorize a aplicabilidade e funcionalidade dos conceitos, proporcionando a compreensão e a transferência destes para outros contextos. No que diz respeito à isto, Martini e Boruchovitch (2004) defendem que as aulas e todas as atividades inclusas nas mesmas devem ser pensadas e planejadas respeitando o nível cognitivo dos estudantes, ao mesmo passo em que, devem estar relacionadas às experiências cotidianas, de modo a aguçarem a curiosidade dos mesmos, e por conseguinte, tornarem-se mais atrativas.

Nesta continuidade, estudos como os de Sá (2007) e Carneiro-Leão et al (2009) sinalizam que a falta de diálogo entre as subáreas da biologia e entre estas as demais disciplinas, confere aos estudantes a equivocada ideia de desarticulação entre os fenômenos estudados, configurando assim, outro percalço encontrado no processo de formação de conceitos biológicos. No que concerne a isto, Sá (2017) afirma que a fragmentação dos conteúdos é resultante da influência do paradigma cartesiano, o qual será melhor discutido no tópico 3.2 da fundamentação teórica do presente trabalho.

No que se refere à natureza dos conceitos biológicos, Bastos (1992) declara que a percepção “de que as propriedades macroscópicas dos organismos estavam relacionadas a uma realidade microscópica que necessitava ser estudada” (p.64) surgiu apenas no século XIX, com isto passou-se a reconhecer que os eventos e processos estudados na biologia não detém-se à apenas um nível de realidade, mas que sim, transitam entre o macro e microuniverso.

Com isto em vista, é necessário considerar que os aspectos microscópicos não podem ser visualizados a olho nu, ou seja, sem a utilização de instrumentos específicos, e por esse motivo requerem uma abordagem diferente daquela que é dada aos acontecimentos macroscópicos, uma vez que, demandam capacidade de abstração (BASTOS, 1992). Assim, cabe o docente reconhecer isto e lançar mão de recursos e estratégias que tornem esses conteúdos mais palpáveis.

Neste seguimento, Sá (2017) salienta que a criação de um ambiente de aprendizagem com vistas à compreensão dos conceitos biológicos, e que considere os diferentes níveis de realidade a que eles pertencem e a estreita imbricação entre estes, demanda um trabalho cooperativo entre docentes, estudantes e pesquisadores. Perante isto, e tendo em mente à natureza microscópica e abstrata dos conceitos bioquímicos, faremos a seguir algumas reflexões acerca do ensino destes.

3.1.2. REFLEXÕES SOBRE OS CONCEITOS BIOQUÍMICOS

Segundo Murray et al. (2010), a Bioquímica tem sido definida como a ciência que se dedica ao estudo dos componentes químicos das células, bem como das reações e processos aos quais estas estão submetidas. A esse respeito, Nelson & Cox (2011) acrescentam que o estudo desta ciência evidencia as interações

existentes, entre os constituintes moleculares dos organismos, para a manutenção e perpetuação da vida.

Desta forma, inicialmente conhecida como química fisiológica, esta área do conhecimento é concebida, enquanto campo disciplinar, a partir do final do século XIX e início do século XX. Assim, desenvolveu-se paulatinamente até receber a denominação de Bioquímica na década de 1930 (Boyer, 2000). E desde então, integra as grades curriculares de cursos superiores pertencentes às grandes áreas de ciências biológicas e saúde, sendo, considerada uma disciplina essencial para alicerçar a compreensão dos demais conceitos e fenômenos que serão vistos no decorrer da graduação (PINHEIRO et al, 2009).

Nesta continuidade, as Diretrizes Curriculares do Curso de Graduação em Ciências Biológicas (Parecer CNE/CES nº 1301/2001) sinalizam que este deve proporcionar um entendimento abrangente da organização e das integrações biológicas, fundamentado na biologia celular, molecular e evolutiva, compreendendo assim, informações de origem bioquímica, biofísica, genética e imunológica (BRASIL, 2001a).

Relativamente ao ensino da Bioquímica no nível superior, este tem sido desenvolvido em uma carga horária mínima, em comparação com a quantidade de conhecimentos produzidos nesta área, assim, evidencia-se a emergência do aumento no tempo destinado ao estudo dos conceitos de natureza bioquímica, tencionando o alinhamento deste com as novas descobertas experimentais da área, e a redução da probabilidade de que o conhecimento trabalhado em sala de aula torne-se obsoleto (VIEIRA et al. 2001; YOKAICHIYA, 2005;). Destarte, faz-se necessário repensar o currículo, o qual se encontra voltado, quase que exclusivamente, para uma formação específica e técnica, e conseqüentemente, desvinculada da realidade do estudante.

De maneira geral, os conceitos bioquímicos são interpretados, pela maioria dos discentes, como sendo pertencentes a uma coleção de estruturas e reações químicas de difícil assimilação, acreditamos que essa percepção deva-se, em parte, a gama de conhecimentos prévios da Biologia Celular e da Química Orgânica que sua compreensão demanda. Neste sentido, Schoenmaker (2009) atribui a presença de obstáculos no entendimento dos conceitos bioquímicos “à sua característica interdisciplinar e à complexidade dos conteúdos, uma vez que trata de fenômenos

micro e macromoleculares e difíceis de serem abstraídos e compreendidos” (18). A esse respeito, Dias et al (2013) complementam assinalando que a ocorrência simultânea dos processos metabólicos constitui outro fator que requer alta habilidade de abstração.

Neste cenário, diversos estudos elucidam a emergência de uma abordagem integrada e articulada dos conceitos bioquímicos, uma vez que, estes são interdependentes, e que a fragmentação característica de um ensino tradicional, não corrobora com a compreensão holística destes conceitos naturalmente complexos (BRAYNER-LOPES, 2015; LOPES, 2007; MACÊDO, 2014; MEDEIROS, 2011; PEREIRA, 2008; SÁ, 2007). Coadunando com este pensamento, Mariotti (2008) evidencia que devemos buscar “reintegrar o que a compartimentação das disciplinas fragmentou e dividiu em especialidades separadas” (p. 36).

Nesta perspectiva, salientamos que além da interdependência entre os próprios processos bioquímicos, faz-se necessário evidenciar a articulação destes com os demais conceitos biológicos e com os aspectos sociais, históricos e culturais dos indivíduos que o estudam, tornando assim, o processo de ensino e aprendizagem mais significativo, especialmente se considerarmos que, constituímos uma subunidade de um todo, o todo social, que também é encontrado em nosso interior (MORIN, 2003).

Desta maneira, são diversas as perspectivas e contextualizações que podem ser realizadas ao tratar dos processos bioquímicos, como exemplo, tem-se a possível articulação entre os tipos de dieta alimentares, seus reflexos nas vias metabólicas e o surgimento de variadas patologias como diabetes, obesidade, esteatose hepática não-alcóolica, entre outras. Assim, ao pensar sobre hábitos alimentares, é necessário levar em consideração a origem do alimento; sua composição; os possíveis caminhos que as moléculas poderão seguir nas vias metabólicas; a influência exercida por outros compostos químicos na absorção destes, tais como, hormônios, medicamentos e; além disto, a relação entre estes e aspectos sociais como, o estresse e sedentarismo.

Posto isto, direcionaremos nosso olhar para o metabolismo, um conteúdo da bioquímica, que se ocupa do estudo de diversos processos, e foi definido por Alberts (2010) como sendo um aglomerado de reações de degradação do alimento em moléculas menores (catabolismo) e de utilização da energia obtida a partir desta

degradação (anabolismo). Deste modo, notabiliza-se a relevância do estudo das vias metabólicas, uma vez que, é a partir delas que a energia utilizada no funcionamento e manutenção do organismo, será produzida. Tendo em conta, a articulação existente entre os componentes de um organismo, temos que ao nível molecular, a conversão de energia química é conduzida através de mais de uma via metabólica que culminará na biossíntese de Adenosina Trifosfato (ATP) nas diferentes células do ser vivo (BOFF, PANSERA-ARAÚJO, 2011). Assim, temos que os caminhos metabólicos das macromoléculas são integrados, e exercem, portanto, influência mútua.

Diante do exposto, evidencia-se a complexidade característica dos conceitos bioquímicos e biológicos de maneira geral, a qual requer aptidão dos docentes para abordar os conceitos de maneira articulada e contextualizada, com vistas à promoção da atribuição de significado àquilo que é estudado.

3.2 REPERCUSSÕES METABÓLICAS DA ADESÃO À DIETA LOW CARB

O corpo humano depende de energia para a realização das mais diversas tarefas, seja para pensar, andar, estudar e até mesmo para a manutenção da homeostase, isto é, da condição de estabilidade crucial para conservação da vida. Essa energia é proveniente da alimentação e está associada à ingestão de macromoléculas, como carboidratos, lipídeos e proteínas, sendo os dois primeiros os principais representantes energéticos.

Com relação à isso, os carboidratos, também chamados de glicídios, consistem na macromolécula mais abundante na natureza, e conseqüentemente, ocupam uma fração significativa na alimentação da maioria dos organismos. Os glicídios são moléculas constituídas por átomos de oxigênio, carbono e hidrogênio. Assim, a depender da quantidade de carbono presente em sua constituição, eles podem ser classificados em monossacarídeos (possuem entre 3 -7 carbonos), dissacarídeos (são compostos por dois monossacarídeos) e polissacarídeos (podem ser formados por até centenas de monossacarídeos) (CHAMPE, 2006).

Dessa forma, após a ingestão, os hidratos de carbono mais longos são digeridos e absorvidos sob a forma de monossacarídeos (glicose, frutose e galactose). É importante ter isto em mente, pois a glicose consiste no representante energético dos carboidratos, podendo ser oxidada em adenosina trifosfato (ATP) que é

responsável por liberar uma grande quantidade de energia utilizável, ou polimerizada em glicogênio no fígado e nos músculos, servindo como reserva energética para momentos de jejum prolongado ou ainda de grande esforço físico. Além dos já citados fornecimento e armazenamento de energia, os glicídios desempenham também papel na composição da membrana celular (NELSON; COX, 2014).

Exposta a relevância dos carboidratos, voltaremos agora o olhar para as razões que conduzem os sujeitos a se tornarem adeptos da restrição do consumo dessa macromolécula. Para isso, é necessário primeiro compreender a alimentação para além de um ato com vistas à satisfação das necessidades fisiológicas, uma vez que, ela consiste em um processo intermediado por variáveis como: contexto cultural, social, econômico e até questões mais individuais como autoestima, propensão à distúrbios dismórficos, ansiedade, entre outras (PELLERANO; MINASSE, 2015)

Desse modo, na contemporaneidade, com o pretexto de preocupação com a saúde e bem-estar tem surgido variadas correntes dietéticas, que em sua maioria elencam alguns alimentos como malfeitores e outros como benfeitores, como é o caso das dietas restritivas, que induzem os sujeitos adeptos a reduzirem de maneira drástica ou até mesmo a eliminarem o consumo de determinado grupo alimentar (PELLERANO; MINASSE, 2015).

No tocante a isto, Maciel e Castro (2013) pontuam:

[...] se, por um lado, existe o valor nutritivo do alimento e todo um repertório de elementos que o caracterizam do ponto de vista biológico – proteínas, carboidratos, vitaminas –, há, por outro, um valor simbólico, um sentido simbólico, no ato alimentar que complexifica a questão (p.383)

Em outras palavras, as escolhas alimentares individuais não são pautadas apenas com base nos aspectos nutricionais, uma vez que enquanto parte integrante de uma sociedade, o indivíduo sofre influência do contexto social e cultural, que estabelecem e perpetuam representações acerca do que é belo e aceitável, por exemplo. Nesse sentido, dietas que prometem a rápida perda de massa corporal ganham cada vez mais popularidade, dentre elas, a *Low Carb*.

Elaborada nos anos 60, pelo médico americano Robert Atkins, a *Low carb* (expressão do inglês, cuja tradução significa pouco carboidrato) configura uma vertente dietética que preconiza a rápida perda de massa corporal por meio da

diminuição da ingestão de glicídios e maior permissividade em relação ao consumo de lipídeos e proteínas (SEILDELMANN et al,2018).

Com relação à isso, a redução do consumo de carboidratos, conseqüentemente acarreta na diminuição da disponibilidade de glicose na corrente sanguínea do organismo, o que induz a busca por rotas/percursos alternativos para a obtenção desse monossacarídeo e por conseguinte de energia. É nesse momento que dar-se-á início à um processo denominado glicogenólise.

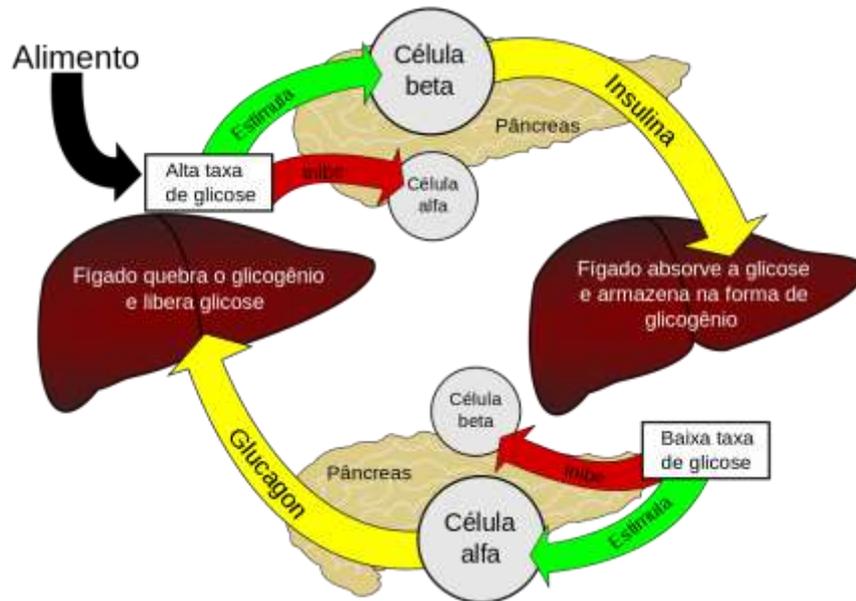
No entanto, para compreendê-lo é necessário relembrar primeiro que a glicose que é ingerida e não consumida, é estocada sob a forma de glicogênio no fígado e nos músculos, constituindo uma via metabólica que recebe o nome de glicogênese. Assim, a glicogenólise consiste no processo inverso à glicogênese, isto é, na degradação do glicogênio para a manutenção da glicemia (concentração de glicose no sangue), sendo acionada em períodos de demanda energética, como em casos de jejum, por exemplo (NELSON; COX, 2014).

Entretanto, Nelson e Cox (2014, p.613) ressaltam que o glicogênio hepático “tende a desaparecer em 24 horas”, ou seja, a mobilização dessa reserva energética não viabiliza a manutenção da glicemia por longos períodos. Tem início assim, um novo processo: a gliconeogênese, que consiste, em linhas gerais, na rota metabólica de obtenção de glicose através de precursores não glicídicos, sendo os principais deles os: “produtos da glicólise, lactato e piruvato, os intermediários do ciclo do ácido cítrico e as cadeias carbonadas da maioria dos aminoácidos” (VOET, 2014, p.538).

Desse modo, a restrição no consumo de carboidratos preconizada nas dietas *Low Carb* acarreta na diminuição da glicemia. Essa baixa na taxa de glicose na corrente sanguínea ocasiona a liberação do hormônio pancreático Glucagon, que por sua vez, “estimula a liberação da glicose a partir do glicogênio hepático modificando o metabolismo energético no fígado e músculo, em busca de oxidar ácidos graxos, poupando a glicose para ser usada pelo cérebro” (NELSON; COX, 2014, p.960). Conforme visualiza-se na fala de os autores, o cérebro utiliza preferencialmente a energia proveniente da oxidação da glicose, isto pode ser atribuído à dificuldade que os ácidos graxos apresentam em transpor a barreira hematoencefálica.

A figura 01 retrata, esquematicamente, a relação entre os hormônios pancreáticos (glucagon e insulina) e as taxas de glicose no sangue.

Figura 1: Influência dos hormônios pancreáticos na glicemia



Fonte: http://www.nuepe.ufpr.br/blog/?page_id=879

Assim, temos que logo após a ingestão do alimento e consequente ao aumento da glicemia, há uma indução das células beta do pâncreas a produzirem insulina, hormônio cuja função consiste em viabilizar a entrada do açúcar nas demais células, que pode ser assim metabolizada ou armazenada sob a forma de glicogênio. Concomitantemente à isso, é induzida também a inibição das células alfa, responsáveis pela produção do glucagon. Por outro lado, em situações de baixa disponibilidade de glicose ocorre o inverso: inibição da secreção de insulina e estímulo da produção de glucagon que, dentre outras funções, induz a glicogenólise (degradação do glicogênio para liberação de glicose na corrente sanguínea).

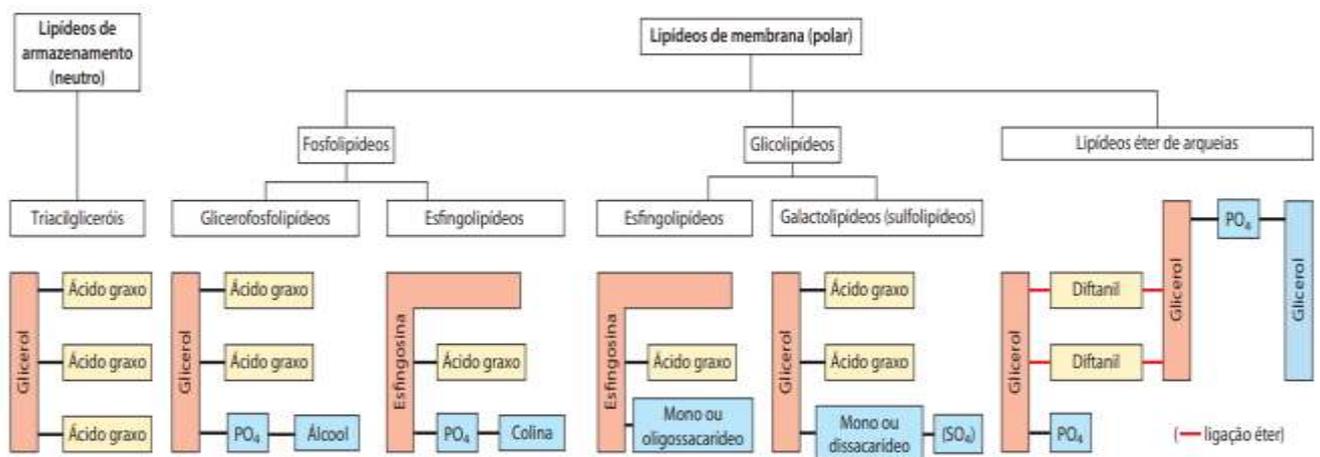
É válido ressaltar que além da insulina e glucagon, estão envolvidos nesse cenário metabólico, a epinefrina e cortisol. O primeiro estimula a degradação do glicogênio e libera a glicose na corrente sanguínea, enquanto o segundo, está associado a indução da gliconeogênese.

Simultaneamente aos processos já descritos (glicogenólise e gliconeogênese), em situações de baixa disponibilidade de glicose, como é o caso das dietas *low carb*, é induzida também a lipólise, ou seja, a degradação dos triacilgliceróis em três ácidos

graxos e glicerol. Contudo, para compreender esse processo, vamos primeiro relembrar o que são os lipídeos e alguns conceitos básicos atrelados ao seu metabolismo.

Os lipídeos consistem em biomoléculas que apresentam uma grande variedade estrutural, mas que caracterizam-se pela hidrofobicidade, em outras palavras, baixa solubilidade em água, e solubilidade por solventes orgânicos, tais como o éter e benzeno, por exemplo. Assim, dentro do grupo de lipídeos podem ser encontrados: os glicerídeos, cerídeos, esteroides e fosfolipídios, por exemplo. A esse respeito, Nelson e Cox (2014) classificam os lipídeos com base na função que eles exercem, como é possível observar na figura 02.

Figura 2: Classificação dos lipídeos conforme função que desempenham



Fonte: Nelson e Cox (2014).

Assim, os lipídeos de armazenamento são representados pelos triacilgliceróis (ou triglicerídeos), que são compostos pela união de três ácidos graxos à um glicerol através de ligações éster, e estocados no tecido adiposo para reserva energética. Enquanto os de membrana equivalem aos fosfolipídeos, glicolipídeos e lipídeos de éter de arqueias.

Nesse sentido, visualiza-se que os lipídeos, assim como os carboidratos, desempenham importantes funções, dentre elas, é possível citar: 1) a constituição da bicamada lipídica das membranas celulares, e devido à sua hidrofobicidade, conseqüente atuação enquanto barreira à passagem de moléculas polares e íons para o meio intracelular; 2) Reserva energética, especialmente sob a forma de triacilgliceróis, um tipo de ácido graxo presente em muitos alimentos e estocado nos

adipócitos (células especializadas do tecido adiposo); 3) Isolamento térmico, em alguns animais, o estoque de TAG sob a pele auxilia na proteção contra baixas temperaturas; 4) Biossinalização, seja como hormônios carreados na corrente sanguínea de um tecido à outro, ou como mensageiros intracelulares gerados em resposta à eventos externos; 5) Auxílio na absorção das vitaminas lipossolúveis, como é o caso dos compostos vitamínicos A, D, E e K; dentre outras (NELSON; COX, 2014).

Exposta a definição e algumas das funções dos lipídeos, voltaremos agora o olhar para os triacilgliceróis, que estão intimamente envolvidos no armazenamento e fornecimento de energia, e conseqüentemente aos processos metabólicos acionados em caso de adesão à restrição no consumo de carboidratos.

Dessa forma, é importante recordar que nos humanos, assim como nos demais vertebrados, as células podem dispor de ácidos graxos para o uso como fonte energética por meio dos seguintes percursos: 1) obtenção por meio da alimentação; 2) mobilização dos TAG anteriormente armazenados nos adipócitos; 3) Importando do fígado, por exemplo, que é capaz de converter o excesso de carboidratos oriundo da dieta do indivíduo em gordura e então transportá-la para outros tecidos (NELSON; COX,2014).

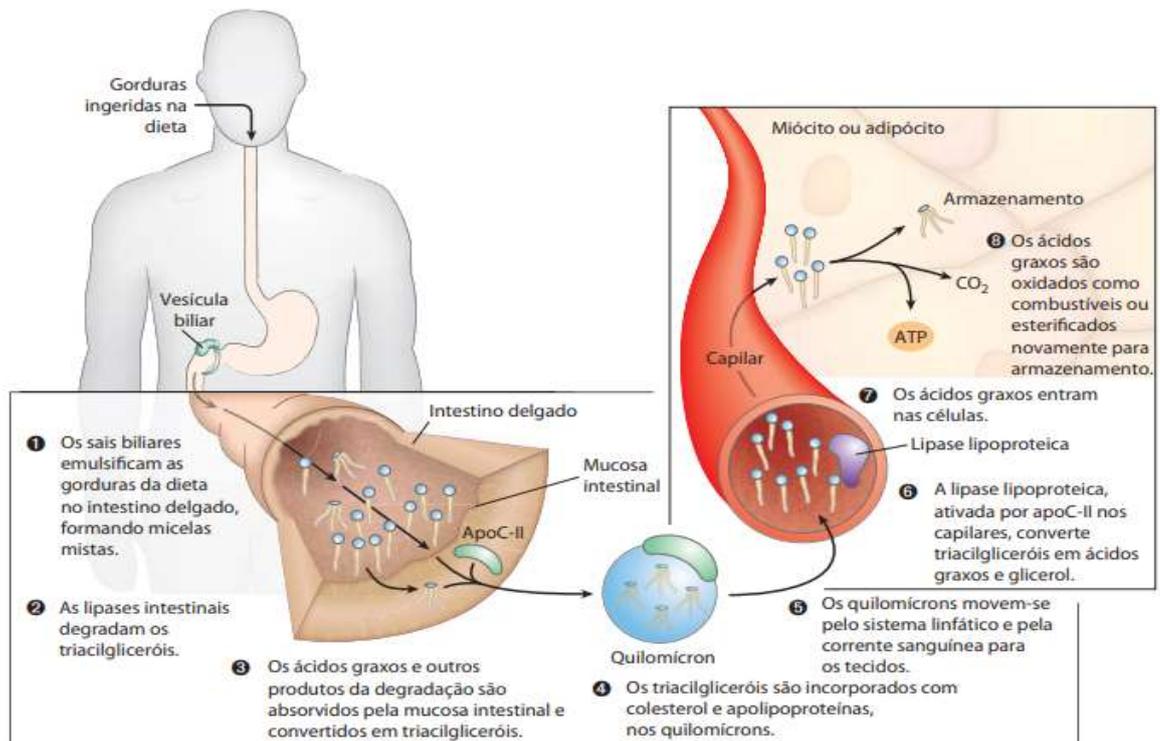
Relativamente, à disponibilização de ácidos graxos por intermédio dos hábitos alimentares, Nelson e Cox (2014) salientam que, apesar da maior parte das orientações nutricionais aludirem ao consumo calórico diário de no máximo 30%, em países altamente industrializados 40% ou mais das necessidades energéticas diárias dos indivíduos é provido por meio dos triacilgliceróis da dieta. Nesse sentido, o fígado, o coração e o tecido muscular esquelético destacam-se por serem componentes do organismo cuja mais da metade da demanda energética é suprida pelo catabolismo de TAG.

Direcionando o olhar para os lipídeos oriundos dieta, é válido elucidar que para que possam ser absorvidos no intestino delgado, eles precisam ser inicialmente emulsificados. A emulsão consiste, em linhas gerais, na dissolução dessa macromolécula por intermédio da bile, processo que promove a formação tanto de partículas macroscópicas (que se mantém insolúveis) como de micelas microscópicas, ou seja, de um agregado de moléculas que apresentam tanto

características polares como apolares, e que por assim serem, podem ser finamente dispersas (NELSON; COX,2014).

No que concerne a isso, a figura 03 esquematiza esse processo de absorção dos lipídeos em animais vertebrados.

Figura 3: Absorção dos lipídeos provenientes da alimentação



Fonte: Nelson e Cox (2014).

Conforme visualiza-se na figura, após a emulsão promovida pelos sais biliares, os triacilgliceróis são degradados por lipases (enzimas que recebem essa denominação justamente por serem responsáveis pela quebra de lipídeos), gerando assim ácidos graxos e glicerol que, por sua vez, se difundem na mucosa intestinal, local em que são novamente convertidos em TAG. Na sequência, os triglicerídeos recém-estruturados no intestino são acrescidos de colesterol e algumas proteínas específicas, formando os chamados quilomícrons, com o intuito de assim facilitar seu deslocamento pela corrente sanguínea e por conseguinte sua chegada aos tecidos.

É válido frisar que anteriormente à entrada nas células, os triacilgliceróis são quebrados em ácido graxo e glicerol. Dessa maneira, os ácidos graxos adentram o meio intracelular e podem seguir dois destinos: ser oxidado para geração imediata de

energia ou ser mais uma vez esterificado (acrescido de um álcool, nesse caso o glicerol) em triacilglicerol para fins de armazenamento energético.

Dessa forma, quando há uma emergente demanda energética, como acontece em casos de restrição no consumo de carboidratos (dietas *Low Carb*), os TAG estocados nos adipócitos são mobilizados com o intuito de atender à necessidade metabólica. Essa mobilização, que recebe o nome de lipólise, consiste na degradação dos triglicerídeos em ácidos graxos e glicerol, e é regulada pela ação hormonal da epinefrina e do glucagon, que por sua vez, tem sua secreção induzida pela baixa glicemia (nível de glicose na corrente sanguínea).

Assim, os produtos da lipólise seguem caminhos distintos, o glicerol resultante do processo de degradação do TAG será fosforilado, isto é, acrescido de um grupo fosfato, podendo assim ser utilizado na síntese de novos triacilgliceróis ou sequencialmente passar por uma oxidação que ao convertê-lo em dihidroxicetona fosfato viabiliza sua participação nas vias glicolítica ou gliconeogênica.

Os ácidos graxos, por sua vez, ao serem liberados na corrente sanguínea se conectam à uma proteína solúvel (albumina) a fim de favorecer seu deslocamento até os tecidos-alvo, onde serão então dissociados da albumina e carregados para o interior das células, com o auxílio dos transportadores da membrana plasmática. Já no meio intracelular, esses AGs serão oxidados para assim servir de combustível energético para o organismo (NELSON; COX, 2014).

Nesse cenário, Nelson e Cox (2014) elucidam “as enzimas da oxidação de ácidos graxos nas células animais estão localizadas na matriz mitocondrial, como demonstrado em 1948 por Eugene P. Kennedy e Albert Lehninger” (p.670), em outras palavras, para que os AGs liberados por meio da lipólise possam ser degradados e gerar energia, eles necessitam primeiro adentrar a mitocôndria (organela celular).

Desse modo os ácidos graxos pequenos, isto é, cuja cadeia carbonada é formada por no máximo 12 carbonos, conseguem entrar na mitocôndria sem maiores dificuldades. Já aqueles que apresentam 14 ou mais carbonos (que é caso da maioria dos AGs oriundos da alimentação e da mobilização da reserva dos adipócitos) necessitam de auxílio para conseguir transpor a membrana da organela em questão. Assim, o transporte desse ácidos graxos de longa cadeia carbonada é facilitada por

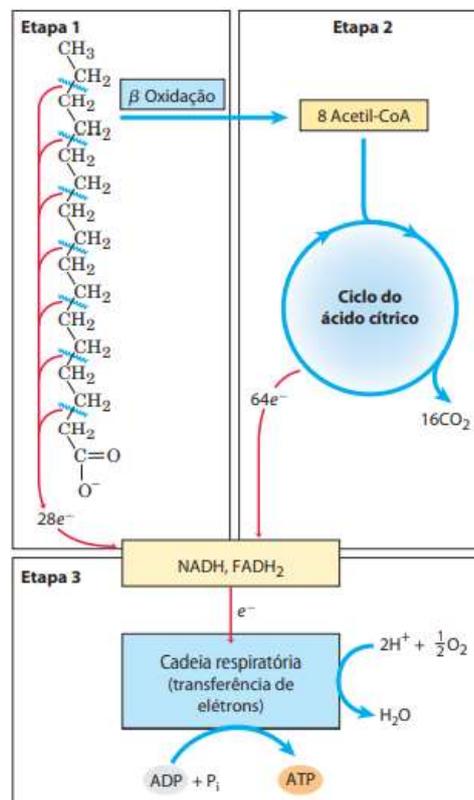
meio de um processo que recebe a denominação de ciclo de carnitina (VOET et. al, 2014).

Para compreender do que se trata o ciclo supracitado, é preciso primeiro ter em mente que ao adentrar o meio intracelular os AGs são ligados à Acetil-Coenzima A resultando assim em Acil-CoA graxos. Isto posto, o ciclo de carnitina consiste, em linhas gerais, na associação temporária entre essa molécula e o Acil-CoA graxo disponível no citosol, tencionando viabilizar sua difusão para a matriz mitocondrial, ambiente em que ocorre a oxidação dos ácidos graxos.

A esse respeito, a oxidação dos AGs demanda gasto energético, que funciona como uma espécie de investimento já que o saldo final compensa o gasto inicial. Contudo, esse processo é regulado de modo a apenas ser ativado quando há uma alta necessidade de energia no organismo.

Assim, Nelson e Cox (2014) elucidam que a oxidação completa dos ácidos graxos engloba três processos, os quais encontram-se retratados na figura 04.

Figura 4: Integração do catabolismo de aminoácidos, carboidratos e ácidos graxos



Fonte: Nelson e Cox (2014).

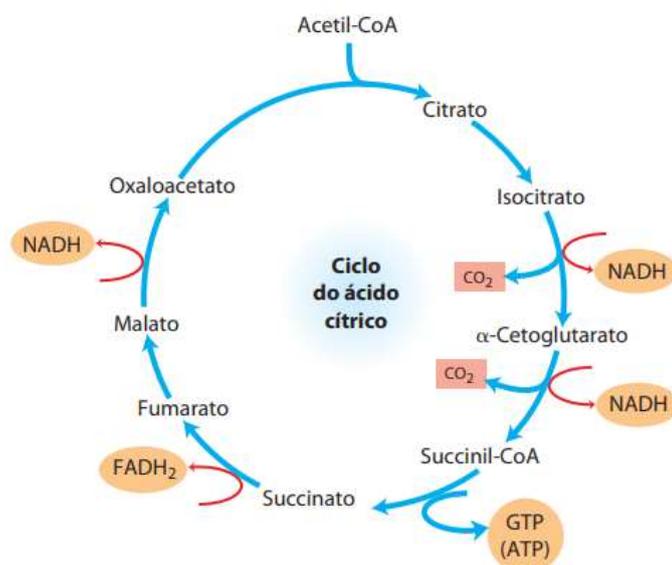
Dessa forma, o primeiro passo é a beta-oxidação, que consiste na quebra do AG de cadeia longa. Essa degradação acontece por meio de sucessivas remoções de um par de carbono, que será sequencialmente convertido à forma de Acetil-CoA. A fim de ilustrar a compreensão desse processo, Nelson e Cox (2014) trazem o seguinte exemplo:

O ácido palmítico de 16 carbonos passa sete vezes pela sequência oxidativa, perdendo dois carbonos como Acetil-CoA em cada passagem. Ao final de sete ciclos, os dois últimos carbonos do palmitato (originalmente C-15 e C-16) permanecem como Acetil-CoA. O resultado global é a conversão da cadeia de 16 carbonos do palmitato em oito grupos Acetil de dois carbonos das moléculas de Acetil-CoA (p. 672).

Na sequência, a Acetil-Coenzima A formada a partir da beta-oxidação será encaminhada para o ciclo do ácido cítrico, também conhecido como Ciclo de Krebs (CK), onde terá os seus grupos acetil oxidados a dióxido de carbono (CO_2). O CK ocupa um papel de destaque no metabolismo, pois consiste na via final em que convergem os produtos do metabolismo não só de carboidratos, como também de aminoácidos e ácidos graxos (CHAMPE, 2006).

Conforme a figura 05, verifica-se que a cada rodada do ciclo do ácido cítrico é produzida uma molécula de ATP e os transportadores de elétrons NADH e FADH_2 , os quais desempenham importante papel na próxima etapa desse processo de fornecimento de energia.

Figura 5: Produtos metabólicos do Ciclo de Krebs



Fonte: Nelson e Cox (2014)

Assim, a etapa subsequente ao Ciclo de Krebs é a Fosforilação Oxidativa ou Cadeia Transportadora de Elétrons, por meio da qual o NADH e FADH₂ provenientes das fases anteriores cedem elétrons para a cadeia respiratória mitocondrial. Na sequência, os elétrons são entregues ao oxigênio e concomitantemente ocorre a fosforilação de ADP a ATP, isto é, é adicionado um grupo fosfato à adenosina difosfato a convertendo em adenosina trifosfato, forma sob a qual a energia liberada por intermédio da oxidação dos AGs é conservada (NELSON; COX, 2014).

É válido ressaltar a integração existente entre os processos explicitados (Beta-oxidação, Ciclo de Krebs e Cadeia transportadora de elétrons), de maneira que, não há nenhum tipo de hierarquia entre esses. Na verdade, o objetivo final é a síntese da moeda energética: o ATP.

Dada a integração entre os processos envolvidos no metabolismo humano, quando a alimentação do indivíduo fornece carboidrato suficiente para o fornecimento de energia, a beta-oxidação dos ácidos graxos não é ativada, e os AG são estocados nos adipócitos. Contudo, quando há a diminuição ou exclusão do consumo de carboidratos e, por conseguinte de disponibilidade de glicose na corrente sanguínea, como acontece em indivíduos adeptos das dietas *Low Carb*, o Glucagon entra em ação, ativando a mobilização dos ácidos graxos previamente armazenados no tecido adiposo e aumentando a concentração e transporte dessa macromolécula para os tecidos especializados onde serão, no interior da mitocôndria, oxidados para a geração de Acetil-CoA (Figura 06).

Figura 6: Regulação da síntese e degradação dos ácidos graxos



Fonte: Nelson e Cox (2014)

Com relação à isso, Nelson e Cox (2014) elucidam que o Acetil-CoA derivado da beta-oxidação pode tanto seguir para o Ciclo de Krebs, como sofrer conversão para corpo cetônico. Sintetizados no fígado, os corpos cetônicos são liberados na corrente sanguínea e dispersados para os demais tecidos onde são transformados em Acetil-Coenzima A e por consequência tornam-se aptos a entrar no ciclo do ácido cítrico.

Em condições em que há excesso na produção de corpos cetônicos, como acontece em casos de jejum prolongado, de pacientes diabéticos e até mesmo de sujeitos que voluntariamente optam por diminuir ou excluir os carboidratos de sua dieta, pode haver o desenvolvimento de uma condição que recebe o nome de cetose ou acidose sanguínea, a qual consiste na diminuição do pH sanguíneo e pode, em situações severas, conduzir ao coma e até a morte.

Em síntese, as dietas *Low Carb* conduzem, de fato, ao emagrecimento uma vez que induzem a “queima de gordura”, em termos científicos, à degradação dos triglicerídeos armazenados nos adipócitos. Contudo, assim como qualquer outro tipo de dieta, a restrição no consumo de carboidratos deve ser realizada com o devido acompanhamento médico e considerando questões como: predisposição genética do indivíduo, questões fisiológicas e até mesmo psicológicas, assim como os aspectos sociais e culturais, dentre outros.

3.3 CONTEXTO PARADIGMÁTICO DA ELABORAÇÃO DE ESQUEMAS CONCEITUAIS EM PARKING LOT

A dinamicidade é uma característica compartilhada tanto pela história da humanidade como pela ciência, sendo ambas inacabadas e alvos de constantes mudanças de valores, crenças, conceitos e ideias. Considerando isto e a indissociabilidade existente entre a humanidade e a ciência, pode-se afirmar que a primeira é fruto de transformações históricas que foram influenciadas pelos paradigmas² da segunda. Desta forma, notabiliza-se a influência mútua existente entre o pensamento científico e a sociedade, à medida que o primeiro promove avanços na segunda; esses mesmos avanços demandam novas pesquisas e enfoques, de modo que, ao longo da história o pensamento científico foi e tem sido elaborado e reelaborado diversas vezes visando atender às demandas sociais.

Neste seguimento, Capra (1982) assinala que, a partir do século XVII, a humanidade passou por uma revolução científica, a qual foi impulsionada pelos estudos de Galileu e Copérnico, cuja maior contribuição residiu na premissa de que a Terra girava ao redor do Sol, enfrentando assim, a Igreja em um dogma de mais de mil anos e, por conseguinte, acarretando no declínio da crença de que o homem encontrava-se no centro da criação divina.

A este respeito, Pistóia (2009, p.56) endossa que “A modernidade abandona o recurso a uma causalidade transcendente, restando apenas a alternativa de transferir para o homem, um demiurgo de si mesmo, a tarefa de criar suas justificações de sua realidade”, isto é, neste cenário, confere-se o caráter de verdade apenas àquilo presente no plano concreto de ação, e que, portanto, pode ser observado, mensurado, quantificado, controlado e reproduzido.

Em continuidade, René Descartes - considerado precursor da ciência moderna, propôs um novo olhar para a compreensão do universo, a qual nesse contexto, seria alcançada a partir da decomposição e disposição do pensamento e dos fenômenos em unidades menores obedecendo à uma ordem lógica. Destarte, ainda no século XVII, Isaac Newton ao conceber o mundo como sendo uma máquina perfeita, coaduna

² Segundo Kuhn (2006) os paradigmas consistem em concepções, valores e técnicas compartilhados pela comunidade científica na busca da definição e resolução de problemas legítimos.

com o que foi posto por Descartes, e fortalece a concepção mecanicista da natureza, segundo a qual o universo configura um sistema mecânico que funciona de acordo com as leis físicas e matemáticas. Eis que surge o paradigma newtoniano-cartesiano (PISTÓIA, 2009).

No tocante ao pensamento cartesiano, também denominado linear, Mariotti (2010) assinala que este se encontra pautado na lógica racionalista, e por isto, defende a neutralidade do observador em relação ao que está sendo observado. Relativamente a isto, Pienta et al. (2005) acrescentam:

Na constante busca da neutralidade, desumanizou o conhecimento, afastando a emoção da razão, o corpo da mente, a ciência da ética. Na educação, separou o sujeito do objeto, o educador do educando, o conteúdo da forma. Nesse contexto, subjetividade, sensibilidade e humanidade são características que ameaçam a neutralidade científica (p. 97).

Evidencia-se na fala dos autores que a objetividade, aqui compreendida como a separação entre sujeito e objeto em prol da busca de uma verdade universal e absoluta, é uma forte característica do cartesianismo. Acerca disto, Mariotti (2008) sinaliza que o raciocínio linear nos convenceu de que observamos um mundo do qual não participamos diretamente; em outras palavras, embasados no pensamento cartesiano, passamos a nos considerar como parte não-integrante do mundo natural, o que dificulta o desenvolvimento da noção de responsabilidade que devemos ter para com o mesmo.

Uma prática cotidiana que ilustra isto consiste no ato de jogar lixo na rua. Para além da falta de percepção das consequências dessa ação para nós mesmos, nota-se a noção de causalidade simples, uma vez que, quando questionadas sobre essa atitude as pessoas afirmam que não há problema, haja vista que os profissionais responsáveis pela limpeza da cidade tomarão conta daquele lixo, ignorando, por exemplo, que se chover aquele material descartado poderá servir de ambiente para reprodução do *Aedes aegypti* e corroborar para o surgimento de surtos de arboviroses (COSTA, 2019).

Nesta perspectiva, Descartes apresentou em sua obra intitulada o Discurso do Método, um conjunto de regras básicas que deveriam ser seguidas para a produção do conhecimento científico, a saber: a regra da evidência, da divisão, da ordem e por fim da enumeração. A primeira afirma que antes de considerar algo como verdade,

deve-se por este algo em dúvida; a segunda propõe que as problemáticas sejam divididas em subunidades, de modo a facilitar a resolução das mesmas; a terceira dita que se deve primeiro conhecer os conteúdos mais simples e a partir daí elevar o nível de dificuldade gradualmente, e por último, a quarta regra diz que devem ser feitas enumerações e revisões acerca do que foi estudado, de maneira que se tenha certeza de que nada foi omitido (DESCARTES, 1996).

Diante do exposto, torna-se nítido que o século XIX caracterizou-se pela busca do método que viabilizaria a apreensão da verdade universal. Quanto a isto, ainda hoje é perceptível o apreço pelo método nas práticas científicas com o intuito de alcançar uma compreensão única e exata do mundo. Assim, sinalizamos que a ciência moderna encontra-se fundamentada na linearidade sendo, portanto, seccionada em diversas áreas do conhecimento e pautada na adoção de técnicas de análise, discriminação, classificação e hierarquização de acontecimentos (JORGE, 2006; MOREIRA, 2005).

No que se refere às características da linearidade, Mariotti (2010) afirma que esta obedece aos seguintes princípios: 1) lógica da causalidade simples, isto é, julga causas e efeitos como sendo imediatamente próximos; 2) considera que a fragmentação de um objeto e/ou fenômeno em unidades menores torna mais viável a sua compreensão; 3) o observador é alheio ao contexto que observa; 4) dicotomização dos fatos.

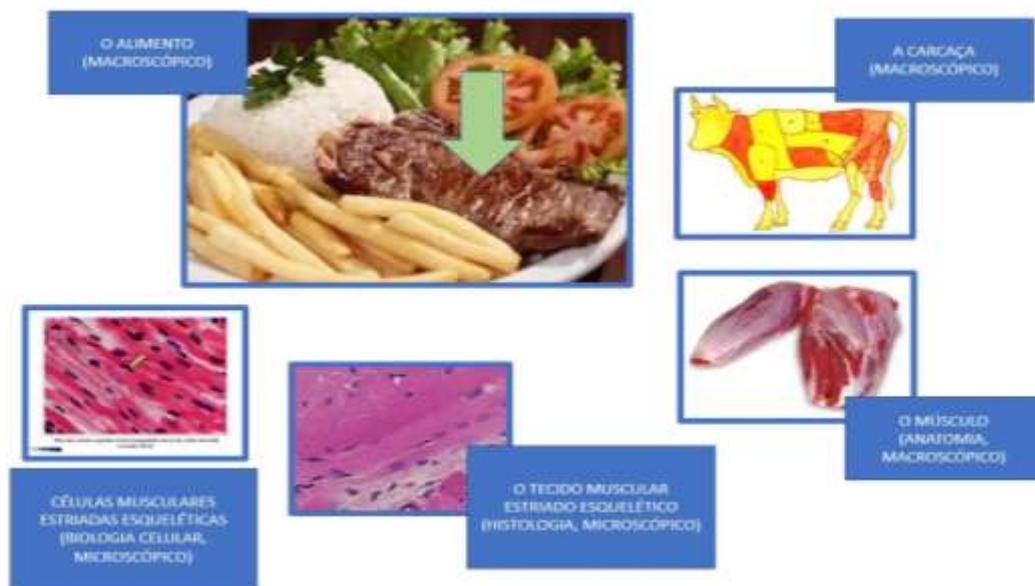
Neste sentido, Araújo (2009) afirma que a influência do paradigma cartesiano perpassa por todas as áreas do conhecimento

No campo das ciências sociais, todavia, a presença de tal paradigma sobressai de forma peculiar. Levada às últimas consequências, a obsessão pela orientação das ciências exatas, tidas como verdadeiras ciências, conduziu à disseminação da expressão “física social”, no que se refere às ciências sociais. Assim, as ciências sociais tiveram de transplantar o método científico próprio das ciências exatas para o seu campo de atuação. Tal fato ocorreu com outras áreas do conhecimento, como a Biologia (p. 80).

Assim, o ensino de Biologia tem sido tratado, na maioria das vezes, de maneira isolada e desarticulada. Compreende-se que as células organizam-se para formar os tecidos, que por sua vez, estruturam órgãos, os quais constituem os sistemas e, por conseguinte o organismo, mas ignora-se, por exemplo, os fatores epigenéticos e

ambientais imbricados na composição e estrutura dos seres. Nesse sentido, olhemos para a figura 1, ela retrata a imbricação existente entre eventos macroscópicos, como a alimentação, e microscópicos como as células musculares de um bovino:

Figura 07: Transição do Macro ao microuniverso.



Fonte: Carneiro – Leão (2018)

Assim, notabiliza-se a partir da figura 7, que a carne que chega às mesas dos consumidores e compõe as suas refeições é proveniente de um organismo, que como

tal, é constituído por elementos microscópicos que organizam-se para formar elementos macroscópicos. Visualiza-se assim, que as células musculares, por exemplo, arranjam-se para formar o tecido muscular, que por sua vez, irá compor o sistema muscular, o qual configura apenas um dos sistemas constituintes do organismo, e está intimamente conectado aos demais.

Isso posto temos, historicamente, desarticulado estruturas e processos objetivando facilitar a compreensão dos mesmos, entretanto, o que temos feito, seguindo a perspectiva linear, consiste apenas na aproximação da lente, esquecendo de aumentá-la a posteriori para obtenção de uma visualização global. Posto isto, Mariotti (2010) realça a urgência de alinharmos o estudo das partes sem perder de vista o todo e vice-versa. Nesta continuidade, Morin (2015, p. 7) salienta “que é preciso ensinar que as coisas não são apenas coisas, mas também sistemas que constituem uma unidade, a qual engloba diferentes partes”.

Neste cenário os conceitos científicos, inclusive os biológicos, têm sido estudados de modo isolado, de forma que os discentes não conseguem estabelecer conexões entre o metabolismo de proteínas e o ciclo do nitrogênio, por exemplo, uma vez que esses conteúdos são trabalhados em subáreas (Bioquímica e Ecologia) da Biologia que aparentemente não dialogam. Destarte, é compreensível que os estudantes também apresentem dificuldades, por exemplo, em estabelecer conexões entre as leis da termodinâmica e os fluxos de energia presentes nas cadeias e tais alimentares, uma vez que aparentemente não há relação entre biologia e física.

No que concerne à repercussão do cartesianismo no ensino de Biologia, destacamos ainda que este não dialoga com o cotidiano dos discentes, de modo que se desconsidera os saberes que os mesmos já possuem sobre o objeto de estudo, dificultando a atribuição de significado aos conteúdos trabalhados e coaduna para a memorização de nomenclaturas e conceitos (CARNEIRO-LEÃO et al, 2010).

Acerca disto, pode-se sinalizar que a perspectiva cartesiana corrobora para uma visão de conhecimento utilitário e funcional, de modo que o ensino torna-se pautado em repassar as informações necessárias para que o sujeito esteja apto, por exemplo, ao trabalho, sem se preocupar se esse mesmo indivíduo conseguirá entender as relações existentes entre os conteúdos estudados na escola e o seu cotidiano.

Face a isto, pode-se afirmar que o ensino assentado no pensamento linear tem colaborado para o fortalecimento de uma visão simplista e reducionista dos conceitos científicos. Consideramos aqui o reducionismo como sendo a convicção de que o conhecimento do funcionamento das subunidades é suficiente para compreensão holística dos sistemas, o que inviabiliza a compreensão da dinamicidade e pluralidade características do mundo natural (BERTATO, 2015).

Neste seguimento, Capra (2006) ao tratar do estudo dos sistemas vivos alega que quando este é realizado apenas sob a ótica cartesiana desconsiderando, portanto, as interações e conexões existentes entre os componentes destes, constitui um obstáculo perante o desenvolvimento de uma visão global dos fenômenos. Mariotti (2010) compartilha desse raciocínio e assinala que os sistemas biológicos só podem ser verdadeiramente compreendidos sob uma perspectiva que se dedique ao estudo do todo e de suas inter-relações.

Posto isto, Machado (2004) revela que a estrutura e organização escolar, de maneira geral, ainda se encontra assentada nos pressupostos do pensamento linear, e por isso, preconiza a fragmentação do conhecimento em disciplinas e promoção da especialização. Santos (2008, p.72) corrobora com este pensamento ao apontar que as instituições possuem “grades curriculares que, na prática, funcionam como esquemas mentais ao impedirem o fluxo de relações existentes entre as disciplinas e áreas de conhecimento”.

Assim, evidencia-se a emergência de uma mudança paradigmática na maneira de conceber o conhecimento, o que implica em repensar também as práticas de ensino, com vistas à promoção de uma aprendizagem mais contextualizada e significativa (SOUZA; SILVA, 2013). Neste sentido, e mais especificamente direcionando a atenção para os conceitos biológicos, Keller (2005) assinala que para além da compreensão das estruturas e funções de partes constitutivas dos sistemas, é necessário entender que estas partes apesar de distribuídas em diferentes níveis de organização estão imbricadas e, portanto, em constante interação.

Destarte, visando superar as limitações do pensamento cartesiano e contrapondo-se a ele, surgiu a Sistemicidade, na qual segundo Behrens “se pretende que o homem recupere a visão do todo. Que se sinta pleno, vivendo dentro da

sociedade como um cidadão do mundo e não como um ser isolado em sua própria individualidade” (2005, p. 58).

A respeito desta perspectiva, Capra (2004) declara que as propriedades do todo não podem ser reproduzidas isoladamente em nenhuma das partes, uma vez que, estas surgem a partir das interações existentes entre as partes. Nesta continuidade, Pistóia (2009) esclarece que a Sistemicidade vê o mundo em termos de relações de integração, isto é, sistemas são conjuntos de partes integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às de unidades menores.

Neste contexto, e considerando que o estudo da Biologia compreende desde estruturas microscópicas até fenômenos macroscópicos, o seu ensino deve favorecer além da compreensão das partes isoladas, o entendimento das relações existentes entre as próprias partes componentes, e entre estas e o meio. A esse respeito, Capra (2004) alerta que

Todos esses sistemas naturais são totalidades cujas estruturas específicas resultam das interações e interdependência de suas partes. A atividade dos sistemas envolve um processo conhecido como transação – a interação simultânea e mutuamente interdependente entre componentes múltiplos (p. 260).

Desconsiderar isto é induzir o desenvolvimento de uma visão simplista e reducionista, além de distorções conceituais. Desta forma, Morin (1996. p.8) afirma que ao mesmo tempo em que “o princípio de separação nos torna mais lúcidos quanto as pequenas partes separadas do seu contexto, [ele] torna-nos cegos ou míopes sobre a relação entre a parte e o seu contexto”. Com base nisto torna-se notória, segundo Bertalanffy (2012), a urgência de uma abordagem da Biologia que se dedique ao estudo de todos os níveis organizacionais, desde os microscópicos até os macroscópicos, considerando a constante interação entre estes. Santos et al. (2011) compartilham deste pensamento e indicam

Uma vez que os sistemas não são fragmentados, ficam separados momentaneamente como objetos de estudo; não se deve esquecer, portanto, na prática docente, que os objetos e os seres vivos estão em constante relação. Nesse sentido há uma troca subjetiva e objetiva nessas relações, as quais não podem ser estudadas, vistas, analisadas ou entendidas separadamente. Assim, a perspectiva Sistêmica da ciência mostra que os sistemas não podem ser compreendidos por meio da análise individual, pois vivemos em uma rede de relações interdependentes, uma teia na qual as únicas soluções viáveis são as soluções sustentáveis. Nessa perspectiva, a

concepção Sistêmica entende o mundo em termos de relações e integração (p. 3).

A respeito disso, Lewontin (2000,2002) complementa ao assinalar que ao estudar os conceitos biológicos devemos atentar para o fato de que as interações entre organismos e ambiente apresentam um caráter dinâmico e dialético, assumir isso implica reconhecer que organismos e ambiente exercem influência recíproca, de modo que, pode-se afirmar que estes se autorregulam. Nesta continuação, Capra (1982) esclarece que não é fácil estabelecer limites de fronteiras entre organismo e meio ambiente, uma vez que a biosfera:

[...] é uma teia dinâmica e altamente integrada de formas vivas e não vivas. Embora essa teia possua múltiplos níveis, as transações e interdependências existem em todos os seus níveis. A grande maioria dos organismos vivos está não só inserida em ecossistemas, mas são eles próprios ecossistemas complexos, contendo uma infinidade de organismos menores que possuem considerável autonomia e, no entanto, integram-se harmoniosamente no funcionamento do todo (p. 269).

Evidencia-se, com base nas colocações dos autores supracitados, que o mundo natural e toda a sua complexidade não podem ser compreendidos apenas sob uma perspectiva cartesiana. Contudo, é necessário considerar que a transição entre as visões linear e sistêmica não é simples, uma vez que, a primeira foi amplamente difundida e ainda hoje influencia nossa maneira de pensar e enxergar o mundo (CARNEIRO-LEÃO et al., 2010; CORDEIRO, 2010; MEDEIROS, 2011).

Mediante isto, e dado o contexto social em que nos encontramos inseridos, em que a internet é fonte de infinitas informações “faz-se necessária a pesquisa constante por parte dos docentes, a mudança de postura frente ao trabalho em sala de aula, o qual necessita ser reelaborado, já que uma prática fragmentada não atende mais às necessidades da sociedade atual” (PIETROBON, 2006, p. 77).

Assim, na perspectiva de superação da linearidade e objetivando propiciar o desenvolvimento de um pensamento multidimensional, com enfoque crítico e reflexivo, surgiu o paradigma complexo ou da complexidade, o qual visa articular as áreas que foram separadas, em prol do desenvolvimento de uma visão holística dos acontecimentos (BEHRENS, 2010).

No tocante às características da complexidade, Morin (2008) esclarece

A um primeiro olhar a complexidade é um tecido de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Num segundo momento, a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem o mundo fenomênico. Mas então a complexidade se apresenta com os traços inquietantes do emaranhado, do inextricável, da desordem, da ambiguidade, da incerteza (p. 13).

Logo, pensar à luz da complexidade consiste na superação da fragmentação e do reducionismo, através do reconhecimento da pluralidade e caráter mutável dos acontecimentos, e por conseguinte, dos saberes e da verdade. Nesta continuação, o pensamento complexo, de acordo com Fávero e Tauche (2013), distancia-se do cartesiano, pois admite a existência de contradições e antagonismos, e para além disto os considera como cruciais para o desvelamento de outros níveis de realidade, que a priori, escapam da nossa percepção. A esse respeito, os autores citam ainda o princípio hologramático, o qual consiste no entendimento de que o sujeito está no objeto, da mesma forma que, o objeto está no sujeito. Um princípio que coaduna para a nossa reintegração ao mundo natural, do qual nos distanciamos em busca da objetividade e neutralidade científica.

Neste seguimento, segundo Mariotti (2000), o cerne do pensamento Complexo consiste no entendimento de que as relações entre as partes são importantes, mas também elucidar que estas são mutáveis em detrimento das inúmeras variáveis, em outras palavras, na admissão da existência de multiplicidade e dinamicidade existente entre a infinidade de sistemas e fenômenos presentes no mundo natural.

Isto posto, é necessário salientar que os paradigmas Cartesiano e Sistêmico quando atuam isoladamente, tornam-se insuficientes para a compreensão integrada dos fenômenos e processos biológicos, de maneira que, Mariotti (2000) assinala que ambos são interdependentes. Morin (2003) partilha dessa compreensão e evidencia a complementaridade existente entre essas vertentes: “Em suma, o pensamento Complexo não é o contrário do pensamento simplificador, mas integra este (p.18)”.

Deste modo, uma abordagem pautada na complexidade, direciona seu foco para as partes, sem perder de vista o todo. Assim, sob à luz deste paradigma, o processo de ensino e aprendizagem é compreendido como resultante da interação estabelecida entre o estudante e o meio, nesse contexto, o docente assume o papel de mediador, cuja função é facilitar a atribuição de significado às informações que

estão sendo apresentadas, objetivando que estas sejam transformadas em conhecimento. Essa percepção contrapõe-se a conjuntura escolar influenciada pelo pensamento linear na qual

[...] os processos educativos extrapolam as abstrações científicas, as relações de dominação do sujeito que se apodera do objeto quando emprega um conjunto de métodos e técnicas educativas. No horizonte da simplificação, o professor acredita que “dominando” o conteúdo e escolhendo a forma adequada de ensinar, terá a ordem da turma. Promove um “empanturramento” cognitivo baseado na certeza de um modelo de formação. Por isso, responde, recita, explica. Pensa ser preferível ter a resposta para quase todas as coisas, pois se move no instituído, do que se deparar com trinta perguntas e dezenas de incertezas (FÁVERO e TAUCHE, 2013, p.189).

Destarte, evidencia-se a necessidade da adoção de práticas docentes que viabilizem o desenvolvimento do pensamento Complexo, com conseqüente compreensão holística acerca dos conteúdos estudados. No que tange ao ensino de Biologia esse objetivo pode ser alcançado através da articulação entre os paradigmas Cartesiano e Sistêmico, uma vez que

A natureza dos conceitos biológicos requer o conhecimento verticalizado das partes trabalhadas em áreas disciplinares específicas, como a Ecologia, a Anatomia e a Bioquímica, mas deve priorizar a articulação entre essas “partes” e dessas com o todo. Trata-se de conceitos Sistêmicos e Complexos, cujo processo de ensino-aprendizagem requer o desenvolvimento de metodologias diferenciadas, contemplando múltiplas linguagens (MACÊDO et al., 2015, p. 2).

A partir disto, infere-se que o ensino de Biologia demanda do docente uma prática que preconize a articulação das subunidades para compreensão do todo, e viabilizando a compreensão das partes e de suas inter-relações, e posterior compreensão do todo e das relações existentes entre este e o ambiente.

Contudo, Morin (2015) assinala que somos condicionados a seccionar os conteúdos desde a educação básica

[...] foi nela que nos ensinaram a isolar objetos (de seu meio ambiente), a separar as disciplinas (em vez de reconhecer suas correlações), a dissociar os problemas, em vez de reunir e integrar. Obrigaram-nos a reduzir o complexo ao simples, isto é, separar o que está ligado, a decompor e não a recompor; e a eliminar tudo que causa desordens ou contradições em nosso entendimento (p.15).

Dessa forma, o fato de sermos condicionados desde o início da vida escolar a desarticular os conceitos explica a dificuldade que encontramos em pensar em termos

de complexidade, sendo este entrave uma característica comum compartilhada por discentes e docentes.

Com base nas informações acima apresentadas, evidencia-se a necessidade de reinventar a prática docente, dado o contexto em que a escola e os discentes estão inseridos, de modo a garantir o diálogo entre os tipos de conhecimento, com respeito a pluralidade de ideias, e consciência de que a realidade não pode ser globalmente compreendida sob uma única perspectiva, dada a sua complexidade. Não cabendo mais uma prática pautada em um pensamento reducionista, fragmentado e linear (ALMEIDA et al., 2006).

Nesse cenário emerge a utilização dos Esquemas Conceituais em *Parking Lot* (ECPL) para o acompanhamento da construção e articulação de conceitos. Contudo, consideramos importante salientar que os ECPLs têm sido utilizados como instrumento de mapeamento de concepções prévias e/ou da materialização, ou seja, da externalização daquilo que foi aprendido. Isto posto, faremos inicialmente uma breve explanação sobre o Modelo das Múltiplas Perspectivas –Pernambuco (MoMuP-PE), afim de elucidar para o leitor em que contexto o uso dos esquemas tem acontecido.

O MoMuP-PE foi desenvolvido por Brayner-Lopes (2015) em seus estudos no âmbito da formação de conceitos em Biologia, com vistas à minimização da presença e persistência de lacunas conceituais decorrentes do processo de ensino e aprendizagem na referida disciplina. Mediante o exposto, elucidamos que os pressupostos teórico-metodológicos do MoMuP-PE encontram sintetizados no quadro 1.

Quadro 1: Descrição dos aspectos teóricos-metodológicos do MoMuP-PE.

Caso	Constitui uma unidade complexa representada por acontecimentos concretos do mundo real, que pode ser contextualizado por um filme, capítulo de um livro, tirinhas, vídeos, imagens, etc.
Mini Caso	São concatenações completas e interdependentes de um caso que auxiliam no reconhecimento e aprofundamento de aspectos importantes de sua análise.
Tema	Representam conjunto de conceitos relacionados para interpretar o caso.
Comentário temático	Organização paradigmática de conteúdos, em forma de afirmação, negação ou interrogação, que visam a explicitar o tema e que podem se materializar em textos verbais e não-verbais.

Travessia temática	Conexões individuais baseadas em crenças e saberes que orientam/embasam a perspectiva de relações e a organização paradigmática de conteúdos.
--------------------	---

Fonte: Brayner-Lopes (2015)

Conforme pode ser observado no quadro 1, o Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco propõe o aprofundamento conceitual através da apresentação e resolução de um caso, que pode ou não ser passível de segmentação em unidades menores, os minicaseos. Entretanto, vale salientar que é imprescindível, conferir nesse processo a mesma relevância para a elucidação dos aspectos individuais dos minicaseos e para sua articulação com o caso, distanciando-se assim de uma perspectiva fragmentadora.

Relativamente ao caso, é necessário que a sua apresentação na íntegra para os discentes preceda a análise deste. No que se refere a isto, evidenciamos que não há restrição quanto ao formato em que o caso irá ser exposto, podendo-o ser feito, através de textos, vídeos, áudios e até mesmo com a utilização de imagens. Contudo, é válido ressaltar que o caso deve ser apresentado de maneira contextualizada, isto é, dialogando com o contexto e a realidade dos alunos.

Neste sentido, as perspectivas/temas consistem em um conjunto de conceitos associados ao caso. Vale ressaltar que nem todos os temas serão necessários para solucionar todos os minicaseos, uma vez que, sob a perspectiva Sistêmico-Complexa no ensino de biologia, não há arranjo hierárquico entre casos e minicaseos.

O comentário temático, por sua vez, apresenta-se como um arranjo de conteúdos que viabilizam um conhecimento mais amplo acerca dos temas que são trabalhados ao longo do desdobramento do caso.

E por fim, as travessias temáticas são os vínculos individuais estabelecidos pelos discentes no decorrer do processo de ensino e aprendizagem na expectativa de articular os conceitos trabalhados.

No que tange ao ensino de biologia sob a ótica Sistêmico-Complexa, o caso precisa ser inicialmente desconstruído para posteriormente ser reconstruído de maneira mais significativa e articulada com os demais conteúdos da disciplina. Para estes momentos cognitivos, Brayner – Lopes deu os nomes de desconstrução orientada e reflexiva, pois esta deve ser norteada por temas relevantes e prevê

reflexões sistêmico-complexas acerca dos processos biológicos, e reconstrução articulada e paradigmática, uma vez que, esta pressupõe articulações dos conceitos da biologia (BRAYNER-LOPES,2015).

Posto isto, a construção dos Esquemas Conceituais em *Parking Lot* tem como ponto de partida uma pergunta norteadora, e sua estruturação será mediada e/ou orientada por meio da lista de termos e/ou ilustrações que o professor considerar pertinentes para que o estudante consiga responder ao questionamento levantado. Relativamente a isto, Mâcedo (2014) diz que

A escolha do *Parking Lot* permite que o docente/mediador disponibilize uma lista de conceitos e/ou imagens que funcionem como ponto de partida para a construção do esquema conceitual. Oportuniza ainda insights ao docente/mediador quanto aos conceitos e imagens que os participantes possuem maior e/ou menor dificuldade de incluir, relacionar e articular no esquema (p. 144).

Assim, os Esquemas Conceituais em *Parking Lot* tem sido considerados uma ferramenta metodológica mais oportuna para acompanhar a abordagem Sistêmica e/ou Complexa dos conceitos científicos do que os mapas conceituais, por exemplo, uma vez que, estes últimos configuram modelos hierárquicos, nos quais os conceitos são arranjados, de tal forma que, os mais amplos localizam-se no topo, e são seguidos por conceitos intermediários e mais específicos (NOVAK e GOWIN, 1984), denotando-se assim, certa separação entre estes. Nessa perspectiva, Medeiros (2011) sinaliza:

A construção deste recurso, obedecendo a uma sequência hierárquica, prende-se às ideias cartesianas tendo em vista que a separação dos conceitos por grau hierárquico apoia a fragmentação: no processo de construção do mapa, os conceitos são postos de modo sequencial e hierarquizado, limitando assim a rede de ligações e interconexões; na leitura do esboço, os conceitos que se encontram mais distantes são geralmente compreendidos como conceitos de pouco significado para o conhecimento em estudo” (p. 68 – 69).

Notabiliza-se na fala do autor que a conformação dos mapas conceituais não favorece a percepção articulada dos conceitos, posto que, a hierarquização característica dessas construções pode induzir a uma compreensão limitada das possibilidades de ligações entre os termos, apresentado assim, um caráter mais Cartesiano do que Sistêmico e/ou Complexo.

3.4 A GRAMÁTICA DO DESIGN VISUAL

Esta seção versará a respeito dos fundamentos teóricos que alicerçaram a estruturação da Gramática do Design Visual (GDV), bem como apresentará as categorias pertencentes a ela e que embasaram a análise de dados do presente estudo. Isto posto, ao voltar o olhar para a historicidade da GDV.

Assim, Kress e van Leeuwen (1996, 2006) utilizaram como base para a estruturação da GDV, os pressupostos da Linguística Sistêmico – Funcional (LSF) e da Semiótica Social (SS). A LSF foi desenvolvida, a partir dos estudos do linguista britânico Michael Halliday, e teve sua origem associada à percepção de que a linguagem configura um instrumento de compartilhamento de significados socialmente construídos.

De acordo com Santos (2014) a Linguística Sistêmico – Funcional

Concebe a língua como uma rede de sistemas interligados que o falante faz uso (base funcional) para produzir significados (base semântica) em situações de comunicação. Nessa perspectiva, a língua deixa de ser um mero sistema regulado por regras e passa a ser estudada de um ponto de vista sócio semiótico, considerando-a como um sistema de produção de significados (p. 166).

Destarte, a linguagem é compreendida como um conjunto de códigos utilizados para fins de comunicação e que podem assumir sentidos distintos a depender do contexto histórico, social e cultural em que são usados, apresentando assim, um caráter dinâmico e semiótico (SANTOS, 2014).

No que se refere às características da LSF, Eggins (1994) pontua que nessa perspectiva a língua é concebida do ponto de vista funcional, isto é, ela apresenta uma finalidade: a produção e compartilhamento de significados, os quais são elaborados a partir de escolhas socialmente e culturalmente realizadas (Figura 2).

Figura 08: Esquema das características da LSF



Fonte: Adaptação a partir de Eggins (1994)

Ao afirmar que a produção de significados é feita a partir de escolhas, Eggins (1994) evidencia o caráter semiótico da linguagem, haja vista que uma das particularidades dos sistemas semióticos consiste no fato de que cada escolha feita resulta em um significado diferente daquele que assumiria se outra posição tivesse sido assumida. Assim, de acordo com Santos (2014, p. 166) “uma escolha feita revela, dependendo do contexto de comunicação, toda uma rede particular de outras escolhas disponíveis no sistema”. Mediante isto, o contexto em que a comunicação acontece apresenta um papel de destaque nas escolhas linguísticas e nos significados.

Desta forma, aquilo que interessa ao linguista sistêmico é analisar quais escolhas linguísticas foram feitas em um determinado contexto de comunicação e como essas escolhas produzem significados

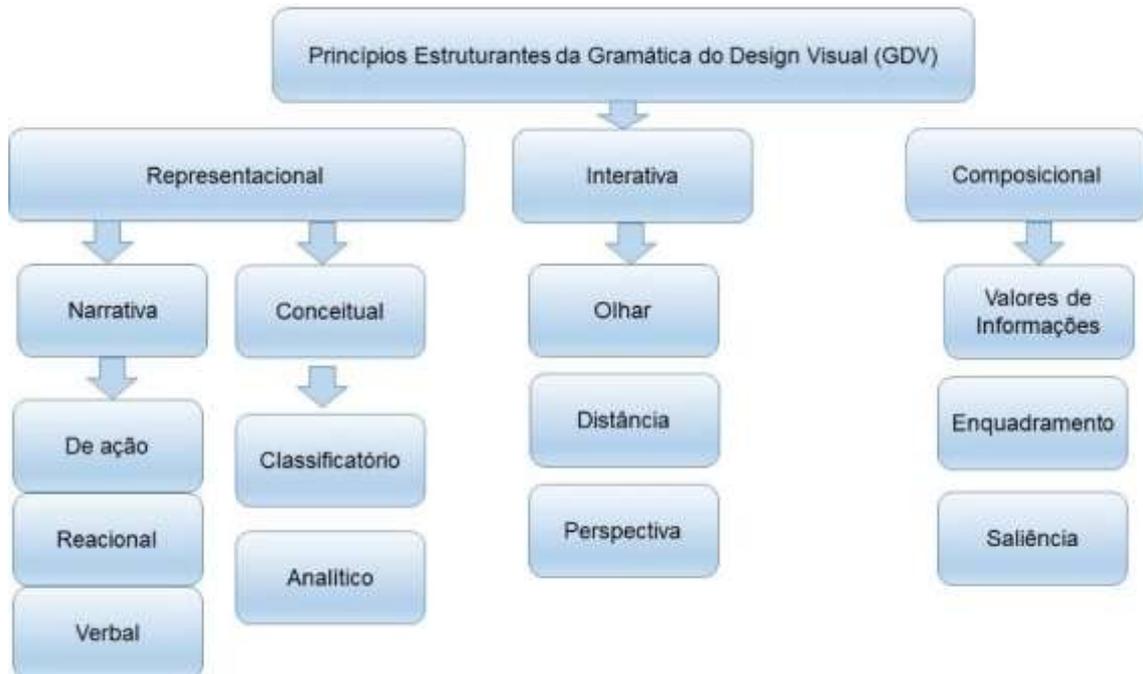
Nesses parâmetros, a gramática é funcional no sentido de que busca dar conta de como a linguagem é usada. Halliday (1985) pontua que tudo que é dito ou escrito aparece em algum contexto de uso. São os usos da língua que dão forma ao sistema que, por milhares de gerações, deram forma ao sistema; que a linguagem se desenvolveu para satisfazer a necessidades humanas, e o modo que ela organizada

é funcional com respeito a essas necessidades, ou seja, não é arbitrário. Uma gramática funcional é essencialmente uma gramática 'natural' no sentido de que tudo nela pode ser explicado, pois, por referência a como a linguagem é usada. Ao propor explicar a organização da língua somente a partir do uso, a LSF entende o sistema linguístico como um leque de possibilidades aberto aos falantes. É nesse sentido que a escolha feita pelo falante interessa de perto ao linguista sistêmico, visto que suas escolhas nos sistemas da língua não são aleatórias, mas sim e carregadas de valores sociais.

Os princípios estruturais da Gramática do Design Visual - GDV (KRESS e van LEEUWEN, 2000), evidenciam que as imagens apresentam funções, são elas: representacional, interativa e composicional.

A primeira delas abrange as estruturas visuais nas quais é possível perceber a retratação de ações, processos e objetos, e divide-se em representacional narrativa e representacional conceitual. A função interativa aponta que são estabelecidas interações entre observador e objeto a ser analisado, as quais podem variar a depender dos seguintes aspectos: olhar, distância e perspectiva. Já a função composicional volta o seu olhar para os elementos que constituem a imagem, cujo posicionamento pode induzir a diferentes interpretações, dentre eles, temos os valores de informações, enquadre e saliência. As figuras esquemáticas sintetizam as categorias da Gramática do Design Visual e suas ramificações:

Figura 09: Princípios Estruturantes da GDV.

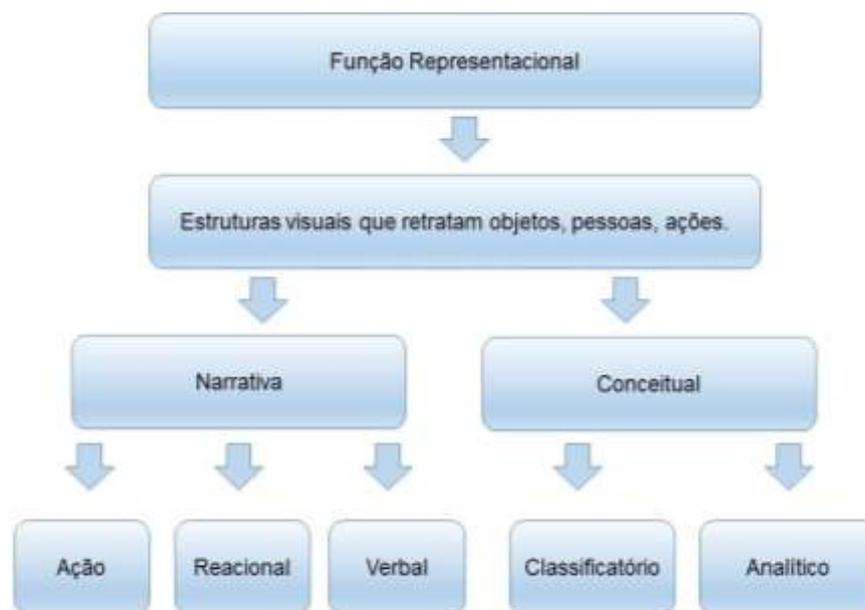


Fonte: autoria própria.

Assim, Kress e van Leeuwen (2000) defendem que podem ser atribuídos significados às imagens através da análise de suas características, e que estes podem variar de acordo com o observador e suas concepções prévias.

Neste sentido, a função representacional caracteriza-se por evidenciar a “natureza dos eventos, objetos e participantes envolvidos, e as circunstâncias em que ocorrem” (UNSWORTH, 2004, p. 72), em outras palavras, enquadram-se nessa função imagens que retratam objetos, pessoas, ações. Sendo assim, pode ser dividida nas categorias narrativa e conceitual.

Figura 10: Função representacional da GDV.



Fonte: autoria própria.

Na categoria narrativa os componentes da imagem estão organizados de modo que expõem eventos, ações e/ou processos. Segundo Kress e van Leeuwen (2000), os processos encontrados nas representações visuais narrativas podem ser das seguintes ordens: de ação, reacional e verbal. Os processos de ação expõem algo que está acontecendo ou sendo realizado no mundo externo, neste contexto, o(s) ator (es) dos eventos representados podem ser inferidos a partir da análise das linhas de ações e/ou vetores representados, respectivamente, da seguinte forma:

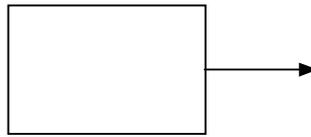
Figura 11: Linha de ação/Vetor.



Fonte: Kress e van Leeuwen (2006)

Caso haja apenas um ator, a representação é dita unidirecional e poderá ser feita da seguinte forma:

Figura 12: Uma caixa/ Vetor unidirecional.



Fonte: Kress e van Leeuwen (2006).

Em situações nas quais há mais de um participante sendo representados, estes podem ser interligados através do uso do vetor, cuja direção indicará quem está realizando a ação (ator) e quem está sendo afetado pela mesma (meta). Neste cenário a representação seria dita transacional e deveria se apresentar da seguinte maneira:

Figura 13: Duas caixas/vetor unidirecional.



Fonte: Kress e van Leeuwen (2006).

Nestas circunstâncias infere-se qual participante é o ator a partir da direção da ponta da flecha do vetor, a qual indica em que sentido está sendo dirigida a ação.

Dentre os processos de ação, pode-se ainda encontrar aqueles nos quais os elementos são simultaneamente atores e metas, sendo estas representações conhecidas como transacionais bidirecionais.

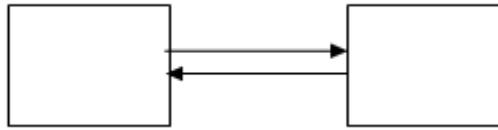
Figura 14: Duas caixas/Vetor bidirecional.



Fonte: Kress e van Leeuwen (2006).

Se as ações retratadas forem sequenciais são utilizadas duas setas apontando em direções opostas, como se pode observar abaixo:

Figura 15: Duas caixas/ Dois vetores unidirecionais.



Fonte: Kress e van Leeuwen (2006).

Neste caso, ambos os elementos são atores e metas, possuindo assim papel duplo, e sendo denominados por Kress e van Leeuwen (2000) como *Interactors*³.

Os processos reacionais, que também se enquadram na categoria narrativa, e podem ser retratados a partir de vetores, consistem na representação do participante respondendo não verbalmente a algo que vê, sendo este, portanto, chamado por Kress e van Leeuwen de *Reacter*. A figura 9 configura um exemplo de processo reacional:

Figura 16: Imagem que ilustra um processo reacional.



Fonte: <https://images.google.com/>

Nela visualizamos uma mulher consumindo chocolate, o que indica que a mesma está ansiosa devido a algo que não nos é apresentado na imagem, caracterizando um processo reacional.

Para que uma representação visual seja caracterizada como indicando um processo reacional é necessário que sejam encontrados nela olhos e expressões faciais (Kress e van Leeuwen, 2000). Neste sentido, os processos reacionais podem

³ Os termos *Interactors* e *Reacter* são utilizados por Kress e van Leeuwen (2000), os quais mantereí nesse trabalho.

ser considerados transacionais se houver a representação de um segundo participante para quem o Reacter dirige seu olhar.

Ainda na categoria narrativa é possível encontrar processos verbais, os quais são usualmente retratados com a utilização de balões de diálogo. Nesses casos, os participantes dos quais estão partindo a fala são denominados Dizentes e os discursos encontrados nos mesmos recebem o nome de Enunciado.

Enquanto a categoria narrativa compreende representações nas quais o(s) participante (s) executam ações, a categoria conceitual caracteriza-se por englobar estruturas visuais que “definem ou analisam ou classificam pessoas, lugares e coisas” (JEWITT e OYAMA, in van LEEUWEN e JEWITT, 2004, p.143) sendo, portanto, divididas em classificatórias e analíticas.

Nessas circunstâncias, os processos classificatórios são aqueles em que é possível identificar um arranjo taxonômico dos elementos representados, em que “pelo menos um grupo de participantes atuam como Subordinados em relação a pelo menos outro participante, o Superordinado” (Kress e van Leeuwen, 2000).

Figura 17: Esquema dos elementos Superordinado e Subordinados.



Fonte: autoria própria.

Já os processos analíticos caracterizam-se por evidenciar “uma estrutura que relaciona a parte e o todo” (Kress e van Leeuwen, 2000), isto é, trata-se de representações visuais nas quais é possível identificar as propriedades dos participantes. Neste contexto, o participante recebe a denominação de Portador e suas partes de Atributos possuídos. Nas imagens analíticas destacam-se as

características e peculiaridades dos participantes, de modo que, pretende-se chamar a atenção do observador para estas.

No tocante às demais finalidades das estruturas visuais, Kress e van Leeuwen (2000) sinalizam que as imagens com função interativa permitem o estabelecimento de conexão entre quem as visualiza e quem as produz, viabilizando, por exemplo, que através da análise da imagem o observador possa inferir determinadas crenças e ideologias do produtor.

Nesta continuidade, os autores defendem ainda que as interações entre o autor da imagem e observador são estabelecidas através do olhar, da distância e do ponto de vista.

Figura 18: Função Interativa da GDV.



Fonte: autoria própria.

Neste sentido, o olhar do participante humano ou com características humanas retratado na imagem pode estar direcionado diretamente para o observador, de maneira a convidar a atenção do mesmo para aquilo que está sendo representado, caracterizando as imagens que os autores supracitados denominaram de demanda. Contudo, há ainda estruturas visuais que se dirigem indiretamente ao observador, as quais são chamadas de oferta, nesses casos, não há destaque de uma região específica da imagem, possibilitando que o observador volte o seu olhar para o todo.

Nas imagens com função interativa a distância caracteriza outro fator determinante para chamar a atenção do observador, quanto mais aproximada estiver

a imagem, maior será a sensação de pertencimento àquele cenário por parte de quem a observa.

A perspectiva ou ponto de vista a partir do qual a imagem foi tirada pode conferir ao participante interativo maior envolvimento ou distanciamento quanto àquilo que está sendo retratado, por exemplo, uma fotografia que foi tirada sob um ângulo frontal, possibilita que o participante representado esteja alinhado com quem o observa, conferindo assim a sensação de aproximação entre estes.

Nesta continuidade, a função composicional se preocupa com o posicionamento dos elementos que compõem a imagem, analisando se este lhe confere maior ou menor destaque, além de relacionar os elementos a partir do modo como estes estão dispostos na imagem. Dentre os elementos composicionais temos os valores de informações, saliência e o enquadramento.

Figura 19: Função Composicional da GDV.



Fonte: autoria própria.

Os valores de informações dizem respeito à relevância que determinados elementos apresentam em relação a outros que estão representados, neste sentido, Kress e van Leeuwen (2000) propõe que volte-se o olhar para a posição dos elementos, objetivando a partir da análise desta inferir as interações existentes entre estes e a importância de cada um deles na composição da imagem.

O enquadre configura outro importante elemento composicional, podendo integrar ou separar os elementos que constituem a imagem. O uso, por exemplo, de

linhas divisórias, descontinuidade no uso de cores e presença de espaços vazios podem passar para o observador a impressão de que os elementos estão desconectados, por outro lado, o uso de um fundo de cor única pode conferir a quem analisa a imagem a impressão de que os componentes estão interligados.

Kress van Leeuwen (2000) definem como saliência a importância hierárquica que um ou mais elementos apresentam em detrimento de outros, noutras palavras, o termo faz alusão ao destaque que alguns componentes apresentam independentemente de onde tenham sido posicionados. Essa relevância é conferida a partir, por exemplo, do uso de cores mais intensas ou mais suaves, do tamanho maior ou menor de um elemento em relação a outros no visual e sobreposição de elementos.

4 METODOLOGIA

Este capítulo versará acerca do percurso metodológico traçado durante a presente pesquisa, incluindo os fundamentos teóricos que alicerçaram sua estruturação e análise. Tendo isto em vista, ele encontra-se organizado em quatro tópicos: o primeiro que expõe a natureza da pesquisa; o segundo que caracteriza os atores sociais e o contexto em que estes estão inseridos; o terceiro que aprofunda as etapas metodológicas seguidas, e finalmente, o que corresponde aos procedimentos adotados para o tratamento dos nossos dados.

4.1 NATUREZA DA PESQUISA

A presente proposta metodológica apresentou como cerne a identificação de como os pressupostos e categorias da Gramática do Design Visual coadunam para a leitura de Esquemas Conceituais em *Parking Lot*, e por conseguinte, para a averiguação e acompanhamento da formação e articulação de conceitos. Assim, para alcançar esse propósito analisou-se, com base nos princípios da GDV, ECPLs produzidos por graduandos do segundo período da licenciatura em Ciências Biológicas e que resultaram de uma sequência de aulas a respeito do emagrecimento através de dietas com restrição de carboidratos.

Isto posto, sinalizamos que esta investigação se enquadra no perfil do enfoque qualitativo, o qual se caracteriza por ser “um estudo detalhado de um determinado

fato, objeto, grupo de pessoas ou ator social e fenômenos da realidade” (OLIVEIRA, 2012, p. 60).

Neste sentido, evidencia-se que a abordagem qualitativa volta-se para os aspectos subjetivos do objeto de estudo. A esse respeito Minayo (2017) elucida:

A pesquisa qualitativa, usando - se a linguagem de Kant, busca a “intensidade do fenômeno”, ou seja, trabalha muito menos preocupada com os aspectos que se repetem e muito mais atenta com sua dimensão sociocultural que se expressa por meio de crenças, valores, opiniões, representações, formas de relação, simbologias, usos, costumes, comportamentos e práticas (p. 2)

Dessa forma, consideramos que este enfoque é adequado para o alcance dos objetivos de nossa pesquisa, uma vez que a construção e integração de conceitos e significados bioquímicos configuram processos idiossincráticos, que não podem ser mensurados em variáveis quantitativas e generalizados às outras situações, mas que requerem uma interpretação mais detalhada.

Diante do exposto, sinalizamos que a presente proposta metodológica se aproxima do tipo descritivo, que segundo Oliveira (2007, p.68) “procura analisar fatos e/ou fenômenos fazendo uma descrição detalhada da forma como se apresentam esses fatos e fenômenos, ou, mais precisamente é uma análise em profundidade da realidade pesquisada”.

Assim, elucidamos que nossa pesquisa possuiu como finalidade verificar de que maneira a Gramática do Design Visual pode contribuir para o acompanhamento do processo de construção de significados dos licenciandos de Ciências Biológicas, no estudo do emagrecimento através de dietas *low carb*, ou seja, de uma temática que une conceitos atrelados tanto ao metabolismo de carboidratos como ao de lipídios. Tendo isto em vista, utilizamos a estruturação e análise de ECPLs, ancoradas na GDV, para diagnosticar quais as fragilidades e as potencialidades apresentadas pelos atores sociais, na construção destes conceitos que exigem mediação simbólica, isto é, que possuem natureza abstrata.

4.2 ATORES SOCIAIS

Nossa pesquisa foi desenvolvida junto a uma turma do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco

(UFRPE), durante a disciplina de Bioquímica dos Sistemas, no semestre de 2019.1. A disciplina em questão compõe a matriz curricular obrigatória do curso, ofertada durante o segundo período, por se tratar de uma disciplina do ciclo básico.

Neste contexto, optamos por contemplar a referida disciplina, pois segundo Carneiro-Leão et al. (2010), a abordagem convencional da Bioquímica se mantém nos níveis celulares e moleculares, e diversos estudos evidenciam a necessidade de se tratar esses conteúdos de maneira integrada, uma vez que os macro e micro universos são interdependentes e o “olhar cartesiano” não favorece o entendimento da complexidade presente nesses conceitos (BRAYNER-LOPES, 2015; SÁ, 2007,2017).

Assim, sinalizamos que a turma do semestre 2019.1 foi selecionada por ser contemplada por um plano de ensino que visa tornar os conceitos bioquímicos mais palpáveis, em outras palavras, menos abstratos. Dentre as ferramentas teórico-metodológicas adotadas pela docente no decorrer de nosso estudo, encontra-se o Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE), o qual parte de uma situação contextualizada e plurissignificativa denominada de Caso e seus possíveis desdobramentos, os Minicaseos.

Mediante a apresentação e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), 31 estudantes constituíram os atores sociais da pesquisa. A pesquisadora acompanhou a turma ao longo de todo semestre letivo, organizado em 31 encontros, com duração aproximada de 2 horas cada. Contudo, o presente trabalho delimita-se ao quantitativo de aulas envolvendo a abordagem integrada da temática de emagrecimento por meio da adesão de dietas com restrição de carboidratos. Este recorte conceitual foi realizado por permitir transitar entre os universos micro e macroscópico, além de estar intimamente vinculado a mais de uma via metabólica e eventos biológicos requerendo, portanto, uma abordagem articulada e plurifacetada.

4.3 ETAPAS METODOLÓGICAS

A primeira etapa consistiu no acompanhamento da turma do segundo período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, partindo do pressuposto de que os alunos estavam cursando a disciplina específica da Biologia que se dedica ao estudo da síntese e degradação das biomoléculas (MACÊDO, 2014).

Deste modo, foram inicialmente realizadas 18 horas de observação, nas quais se registraram as atividades por meio de anotações em caderno de campo, audiografações e fotografias. Recorreu-se a estes recursos devido ao caráter complexo das ações humanas, que são difíceis de serem captadas e descritas em sua totalidade por um único observador. Assim, minimiza-se a perda de dados e informações relevantes para o estudo, uma vez que a possibilidade de ouvir/ver várias vezes os áudios/vídeos gravados direciona a atenção do observador para aspectos que teriam inicialmente passado despercebidos (LOIZOS, 2008).

Concomitantemente à observação, a pesquisadora planejou, em conjunto com a docente da disciplina, um plano de ações que foi aplicado ao longo de quatro aulas e destinou-se à abordagem do emagrecimento por meio de dietas *low carb*, conforme pode se observar no quadro 2.

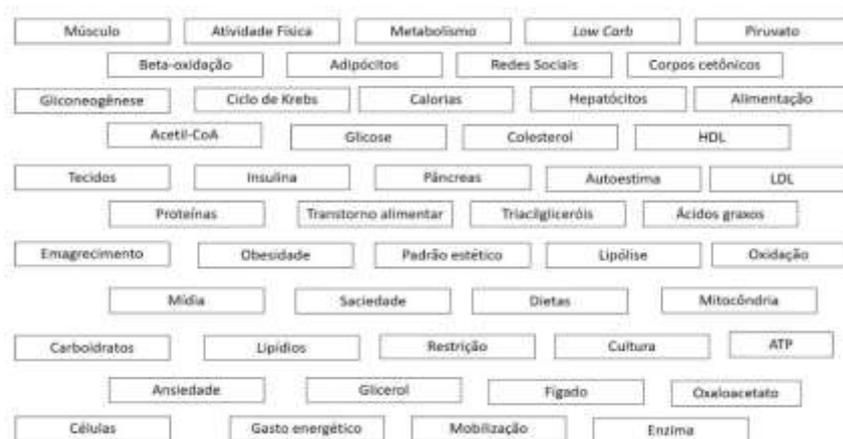
Quadro 2: Plano de ações para o estudo das dietas *low carb*

Data	Conteúdo programático (Temas)	Atividade	Contexto
18.04	ECPL – acompanhamento/ levantamento de concepções prévias	Pergunta norteadora: Tendo em vista os fatores bioquímicos, sociais/culturais atrelados à adesão das dietas <i>low carb</i> é possível afirmar que estas conduzem ao emagrecimento saudável?	Dietas <i>low carb</i>
Online Post 19.04	Processo híbrido baseado no plano de ações (aprofundamento conceitual prévio)	Texto envolvendo dietas low carb leitura do capítulo 16: Bioquímica básica Anitta Marzzoco PDF disponibilizado por whatsapp e Facebook	
23.04	Mobilização de TAG;	- Apresentação do Caso (Reportagens e indicação de documentário) - Aula expositivo-dialogada construída a partir do caso - Entrega de questões para aprofundamento conceitual	
25.04	Beta-oxidação de AG Cetogênese	- Aula expositivo-dialogada construída a partir do caso e das questões entregues na aula anterior - Entrega de questões para aprofundamento conceitual	
Online Post 26.04	Processo híbrido Aprofundamento conceitual	Processo híbrido Disponibilização de artigo seguido de questões norteadora	
30.04	ECPL – reconstrução	Pergunta norteadora: Tendo em vista os fatores bioquímicos, sociais/culturais atrelados à adesão das dietas <i>low carb</i> é possível afirmar que estas conduzem ao emagrecimento saudável?	

Fonte: Elaborado pela autora em conjunto com a docente da disciplina.

Desta forma, o primeiro encontro foi utilizado a fim de mapear os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os traços bioquímicos, sociais/culturais atrelados à uma alimentação com restrição de carboidratos. Para isto, foi disponibilizado um breve roteiro, apresentando um texto elucidativo a respeito da dieta *low carb* e que ao final trazia o seguinte questionamento: *Tendo em vista os fatores bioquímicos, sociais/culturais atrelados à adesão das dietas low carb é possível afirmar que estas conduzem ao emagrecimento saudável?* Com o intuito de orientar a construção de um primeiro ECPL foi ofertado a cada grupo um *kit* conceitual e imagético, que continha, respectivamente, palavras e imagens pertinentes para a resolução do questionamento proposto (figuras 13 e 14).

Figura 20: Kit conceitual disponibilizado aos licenciandos



Fonte: autoria própria.

Figura 21: Kit imagético disponibilizado aos licenciandos



Fonte: autoria própria.

No momento de estruturação deste esquema inicial, os alunos foram divididos em 11 grupos de trabalho (GTs) e orientados a articular ao máximo as possibilidades metabólicas, utilizando para isto os termos e imagens disponibilizados, assim como adicionando novas palavras e/ou desenhos quando considerassem necessário. Salientou-se que, por se tratar de um momento de verificação das concepções prévias estava proibida a consulta e/ou pesquisa na internet, recomendação não seguida por um dos grupos, que por este motivo, não teve seus ECPLs considerados no presente estudo.

Nesse sentido, outras três equipes também foram excluídas da nossa análise, pois duas delas revezaram de membros entre a construção do primeiro e do segundo esquema conceitual, alterando a dinâmica de trabalho e conseqüentemente, comprometendo o acompanhamento da construção conceitual destes alunos para fins deste estudo. Um outro grupo também foi excluído desta pesquisa porque não enviou o áudio com a explicação do ECPL final, dificultando, portanto, a sua leitura e interpretação.

Desta forma, restaram apenas sete grupos cujos trabalhos atendiam aos critérios de rigor para serem analisados, contudo, considerando que cada equipe produziu dois esquemas e dada a natureza complexa e detalhada da análise, foi necessário estabelecer um recorte, isto é, limitar a quantidade de construções que seriam consideradas. Assim, o critério utilizado para a escolha dos grupos foi a aleatoriedade, enumeramos as equipes de um a sete e depois realizamos um sorteio, os quatro primeiros números sorteados representavam os GTs que teriam seus esquemas esmiuçados aqui na dissertação, os demais seriam analisados no guia de orientações para a leitura de ECPLs com base nos princípios da GDV (que consiste no produto final de nosso estudo) e em artigos futuros. Elencados os quatro grupos de trabalho, os enumeramos novamente de um a quatro, e a configuração deles pode ser visualizada na figura 15.

Figura 22: Organização dos licenciandos por grupo de trabalho



Fonte: autoria própria.

Quanto à organização da turma em grupos para a elaboração dos esquemas conceituais em *parking lot*, esclarecemos que esta consistiu em uma escolha metodológica embasada na afirmação de Fino (2001) de que a interação e colaboração estabelecida entre os pares colaboram para o desenvolvimento cognitivo destes, bem como para a resolução de problemáticas.

Ainda quanto à produção dos ECPLs, os licenciandos foram orientados a fazerem uso de setas, conectores e legendas a fim de facilitar a posterior leitura e interpretação de suas construções. Neste sentido, elucidamos que anteriormente à sequência de aulas destinadas à questão do emagrecimento, os futuros docentes construíram um ECPL sobre a temática diabetes mellitus tipo II, que não será considerado neste estudo pois teve como intuito familiarizar os atores sociais com este tipo de atividade.

Dando prosseguimento, a segunda aula do plano de ações foi voltada para a explanação a respeito da mobilização dos triacilgliceróis (TAG) e sua relação com o emagrecimento por meio da restrição de carboidratos. Assim, teve início com uma tempestade de ideias acerca das dietas restritivas e dos aspectos sociais/culturais atrelados à adesão dessas, aqui vale ressaltar que todas as falas colocadas pelos

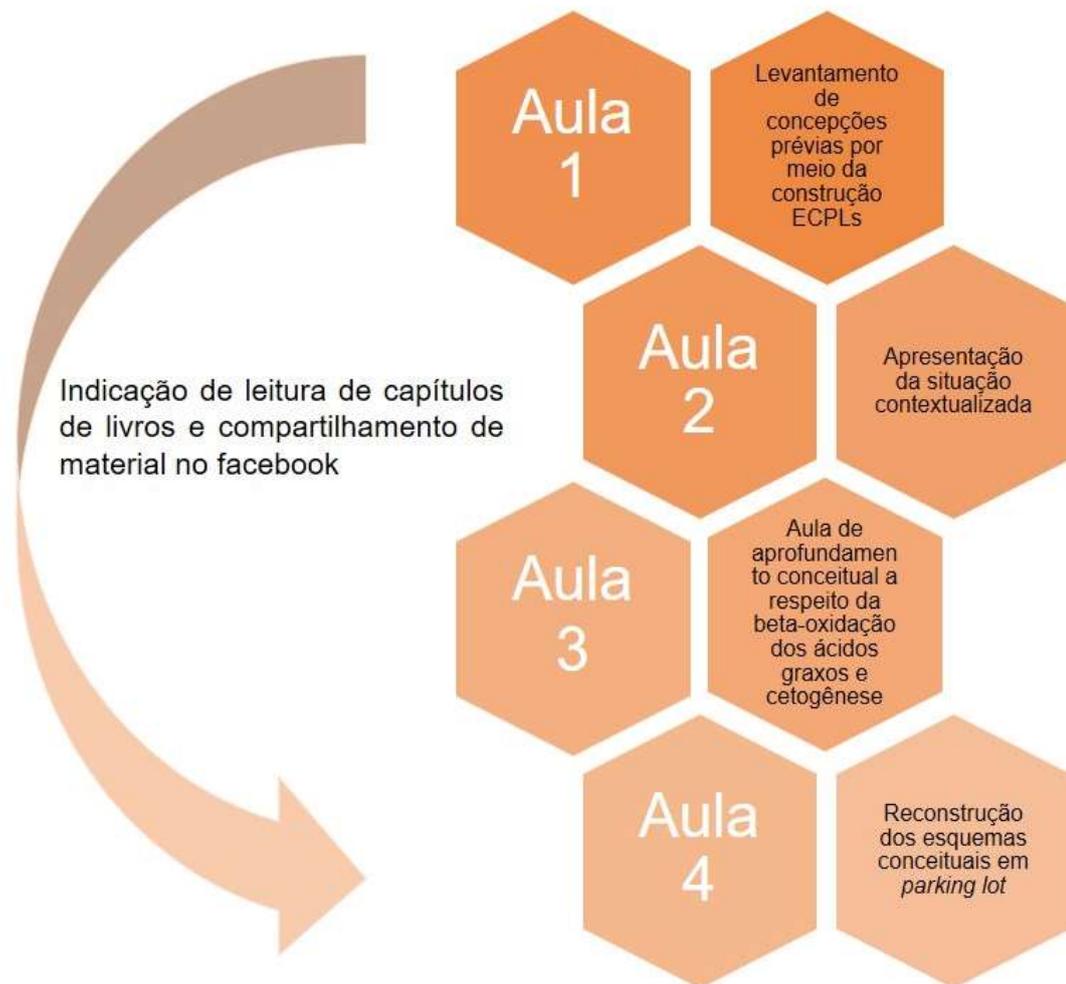
estudantes durante esse momento foram consideradas, anotadas no quadro e comentadas. Na continuidade foi explicado do que se tratam as dietas *low carb*. Após esse momento, foram distribuídas uma reportagem do jornal O Globo e uma matéria da revista Veja Saúde (anexo I) a respeito do tema em questão e solicitou-se que os alunos, em seus habituais grupos de trabalho, realizassem a leitura destas. Este momento foi sucedido por uma breve discussão a respeito das informações contidas nas reportagens e pela explicação acerca da lipólise e mobilização de TAG. Foi ainda recomendado que os discentes assistissem ao episódio “Por que as dietas dão errado?” da série documental intitulada “Explicando”, que se encontra disponível na plataforma da *Netflix*.

O terceiro momento da sequência supracitada destinou-se à elucidação da beta-oxidação de ácidos graxos e cetogênese e a articulação destes conceitos específicos com a situação contextualizada (emagrecimento por meio de dietas *low carb*) apresentada na aula anterior.

E por fim, a quarta aula foi direcionada para a reconstrução dos esquemas conceituais em *parking lot*. Para isto, foram disponibilizados os mesmos *kits* conceitual e imagético. A mesma questão-norteadora colocada no momento de construção dos ECPLs iniciais foi utilizada. O objetivo foi viabilizar o acompanhamento da persistência (ou não) das concepções prévias dos licenciandos, além de notabilizar os progressos e limitações conceituais existentes ao final do estudo. No tocante a isto, é válido salientar que foi solicitado aos grupos que durante a estruturação dos esquemas, um membro de cada grupo utilizasse seu celular para gravar a discussão, e que ao final registrassem também uma breve explicação do seu ECPL. Ambos os pedidos tiveram como intuito facilitar a leitura e melhor embasar a interpretação das produções.

Com o intuito de facilitar a compreensão dos caminhos trilhados para a realização desse estudo, elaboramos a figura 16 que sintetiza as etapas do plano de ações cujo os produtos (ECPLs) constituem nosso objeto de estudo.

Figura 23: Etapas da sequência didática sobre emagrecimento



Fonte: autoria própria.

E por fim, consideramos válido ressaltar que adicionalmente às atividades desenvolvidas presencialmente em sala de aula, a pesquisadora e a docente responsável pela referida disciplina, dispuseram-se a compartilhar via *Facebook* materiais informativos extras, a fim de favorecer a compreensão das múltiplas questões envolvidas na escolha por uma alimentação com restrição de carboidratos. Além disto, os futuros docentes foram incentivados a participarem ativamente no grupo do *Facebook*, disponibilizando e/ou discutindo qualquer material a respeito do tema.

4.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

O *corpus* de dados a ser analisado e discutido no capítulo a seguir foi coletado durante o desenvolvimento das quatro aulas que compreenderam o estudo das dietas *low carb* e do metabolismo de lipídios. Tendo como orientação a natureza qualitativa, este *corpus* encontra-se constituído pelos Esquemas Conceituais em *Parking Lot*, assim como pelas gravações de áudio das explicações dos esquemas e anotações do caderno de campo da pesquisadora (figura 24).

Figura 24: *Corpus* de dados da pesquisa



Fonte: autoria própria.

Os dados foram analisados com base nos princípios da Gramática do Design Visual (KRESS e VAN LEEUWEN, 2006) e considerando a formação conceitual, incluindo os níveis de articulação dos conceitos e as eventuais dificuldades e/ou potencialidades apresentadas pelos licenciandos durante o processo de aprendizagem. Para isto, a análise foi triangulada, considerando os princípios da GDV, a transcrição da fala dos sujeitos da pesquisa e os conceitos específicos da bioquímica (figura 18).

Figura 25: Triangulação dos dados



Fonte: autoria própria.

Destarte, identificamos a priori a presença das categorias **representacional** e **composicional** da GDV nos esquemas considerados em nossa análise. Com o intuito de auxiliar a leitura e análise dos dados optamos por fazer recortes nos esquemas, destacando as categorias da GDV através de letras e cores, sendo a cor vermelha atribuída para os fragmentos pertencentes à categoria representacional e a amarela destinada para os trechos compreendidos na categoria composicional (Figura 26).

Figura 26: Categorias da GDV e as respectivas cores escolhidas para representá-las



Fonte: autoria própria.

No que concerne ao acompanhamento da formação conceitual direcionamos inicialmente o olhar para as seguintes questões: 1) Articulação entre as rotas bioquímicas expostas; 2) Aprofundamento conceitual; 3) Presença de lacunas conceituais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção destina-se a apresentação, análise e discussão dos dados encontrados. Para isto, encontra-se dividida em duas partes: a primeira destinada a elucidar o contexto da disciplina na qual ocorreu o desenvolvimento da presente pesquisa e para a análise descritiva de cada um dos ECPLS produzidos; e a segunda direcionada para uma análise mais geral dos esquemas, com o intuito de verificar em que medida os princípios da GDV podem auxiliar no acompanhamento da construção conceitual.

5.1 ANÁLISE INDIVIDUAL DOS ESQUEMAS CONCEITUAIS EM *PARKING LOT*

Conforme mencionado na metodologia, o presente estudo foi desenvolvido na disciplina de Bioquímica dos Sistemas do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco. A ementa da disciplina, cujo programa está apresentado no Anexo II, pontua para a abordagem articulada de conteúdos macro e submicroscópicos:

Digestão, absorção e metabolismo energético dos carboidratos, lipídeos e proteínas. Biossíntese de carboidratos, lipídeos, proteínas e sua regulação. Interrelações no metabolismo celular. Bioquímica dos hormônios reguladores do metabolismo energético (COUTO, 2019).

A docente responsável pela referida disciplina, que aqui receberá o nome fictício de Dandara, tem sua formação inicial e *stricto sensu* na área de Ciências Biológicas. Entretanto, a formação acadêmica da docente se deu nas áreas “consideradas duras”, isto é, que prezam mais pela abordagem quantitativa e pelo distanciamento sujeito-objeto. Assim, no exercício da docência, Dandara sentiu a necessidade de aprofundar-se nas questões atreladas aos processos de ensino e aprendizagem, objetivando compreender melhor os mecanismos capazes de acionar no indivíduo as condições necessárias à aprendizagem de conceitos tidos como de difícil mediação simbólica, conhecidos no meio acadêmico como conceitos abstratos.

Assim, atualmente a docente dedica-se a promover o ensino de conceitos biológicos, mais especificamente os de natureza microscópica e molecular, por meio de metodologias ativas e inovadoras numa perspectiva sistêmico-complexa. Por este

motivo, não era raro que ao longo da aula Dandara remodelasse as atividades inicialmente propostas ao perceber alguma dificuldade por parte dos discentes, de maneira a tentar facilitar a compreensão dos conceitos estudados. A esse respeito, Moraes e Mancuso (2014) assinalam que o cotidiano da sala de aula é repleto de imprevistos, os quais podem servir como ponto de partida para a reflexão acerca da prática docente, e por conseguinte para a adoção de novas estratégias metodológicas.

Geralmente a docente começava a aula contextualizando o conteúdo, e para isto, recorria à realização de questionamentos/provocações que estimulavam os estudantes a analisarem a situação proposta e conectá-la com suas próprias vivências. Como exemplo disto, em determinada aula Dandara utilizou uma aluna da turma como ponto de partida para a proposição da seguinte situação-problema:

A discente não havia almoçado e tinha como opções de lanche um alfajor e uma laranja. Então, a docente questionou a turma qual dos dois alimentos a aluna em questão deveria consumir para não desmaiar, isto é, para que houvesse um aumento rápido de sua glicemia. A turma se dividiu, alguns acreditavam que era melhor consumir o alfajor, outros defendiam que a laranja. Em sequência, Dandara elucidou que a laranja seria a melhor opção, pois o alfajor apresenta um teor de gordura que torna a sua absorção um pouco mais lenta. Deu início, então, à abordagem do conteúdo específico, respondendo ainda dúvidas a respeito do pico de insulina, do índice glicêmico, entre outras.

Destarte, notabiliza-se que as aulas apresentavam caráter expositivo-dialogado e que, portanto, configuravam um espaço em que os questionamentos e a exposição de ideias e pensamentos eram respeitados, considerados e encorajados. No que se refere a isto, Freire (1987, p.83) já sinalizava que a dialogicidade tem início a partir de uma “inquietação em torno do conteúdo do diálogo”, que no contexto educativo significa uma “inquietação em torno do conteúdo programático da educação.” Freire pontua ainda que esse conteúdo programático não pode ser rigidamente imposto, mas sim organizado a partir do contexto dos estudantes, de maneira a relacionar-se com ele.

Relativamente a isto, Haydt (1995) considera o diálogo como um elemento essencial no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que viabiliza a

aproximação do docente com a realidade dos alunos, de modo a possibilitar a elucidação e resolução de problemas reais, coadunando para uma formação cidadã.

Assim, visualiza-se a disposição da docente e a busca pela promoção de diálogo através das indagações intimamente atreladas às situações cotidianas que ela buscava propor no início e ao longo de todas as aulas, além da disponibilidade e empenho em responder a todos os questionamentos colocados pelos discentes, os quais eram muitos, haja vista que os integrantes desta turma eram bastante proativos.

Ainda a respeito do contexto da disciplina, e mais especificamente da prática docente, outra característica que deve ser mencionada é a apresentação dos conteúdos de forma articulada, procurando distanciamento da fragmentação e compartimentalização dos conceitos, elementos próprios da linearidade e ainda muito presentes no ensino da bioquímica (LOPES,2019).

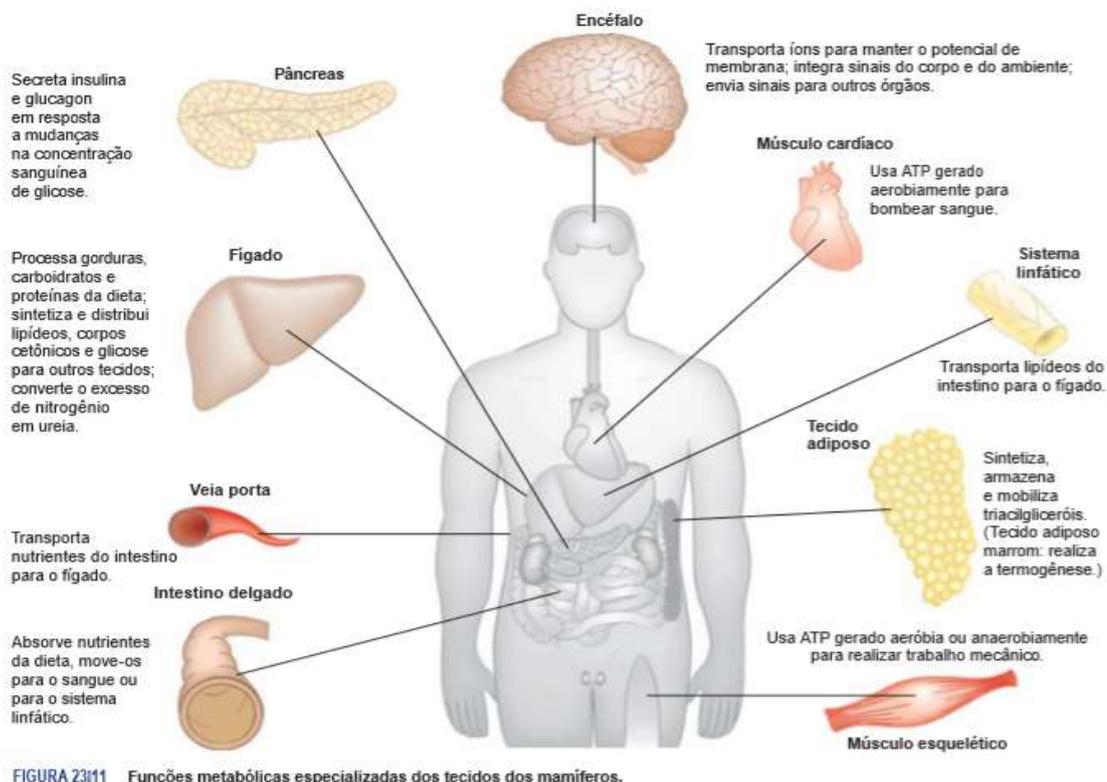
Dentre os objetivos da disciplina de bioquímica dos sistemas (ANEXO II) está o estudo da biossíntese das macromoléculas e sua regulação, e das diversas vias biossintéticas e degradativas na célula eucarionte, isto é, esta configura uma disciplina que visa promover o aprofundamento conceitual de rotas metabólicas complexas que apresentam conexões estreitas entre si e com fenômenos do universo macroscópico.

A esse respeito, na figura 27⁴ pode-se observar a grande quantidade de tecidos e, por conseguinte, de órgãos e sistemas envolvidos no metabolismo das macromoléculas, de modo que cada um deles desempenha funções especializadas e mantém relações uns com os outros e ainda com fatores externos ao próprio organismo. Dessa maneira torna-se inviável promover a compreensão de todos estes processos/fenômenos com base apenas na memorização de nomenclaturas, estruturas químicas e rotas metabólicas. Com relação a isto, Rigue et al. (2019) defendem que o professor em formação deve, sobretudo, buscar entender as conexões existentes entre os conceitos e fenômenos da disciplina que lecionará, e entre estes e os conceitos e fenômenos das demais ciências, a fim de que

⁴ Imagem utilizada com o propósito de evidenciar a grande quantidade de tecidos envolvidos no metabolismo das macromoléculas e conseqüentemente também com o intuito de facilitar a compreensão de que o estudo significativo do metabolismo humano requer mais do que a mera memorização e/ou repetição de termos e conceitos específicos.

consequentemente coadune para que seus discentes também os visualizem e signifiquem.

Figura 27: Funções especializadas desempenhadas pelos tecidos no metabolismo



Fonte: Nelson e Cox (2014).

Ciente disto, Dandara ao expor os conteúdos salientava que a compreensão dos processos e das relações existentes entre eles era mais relevante do que a mera memorização de nomenclaturas e estruturas. Dessa forma, além das verbalizações recorria à elaboração de esquemas para ilustrar/evidenciar as transições entre os universos micro e macroscópico, utilizando-se de imagens e vídeos sempre que considerava necessário.

De modo geral, a turma em questão foi contemplada por um plano de ensino que se propunha a corroborar para a promoção de um entendimento mais articulado dos conceitos estudados, de modo tentar a minimizar a fragmentação, característica da linearidade ainda muito presente no ensino de bioquímica. Para isto, a docente procurou promover situações educacionais dinâmicas e ancoradas no diálogo e no estabelecimento de conexão entre os conceitos a serem estudados e entre estes e as vivências dos discentes. Embora não constitua objeto de estudo desse trabalho,

consideramos válido apresentar brevemente o contexto em que a elaboração dos esquemas conceituais ocorreu.

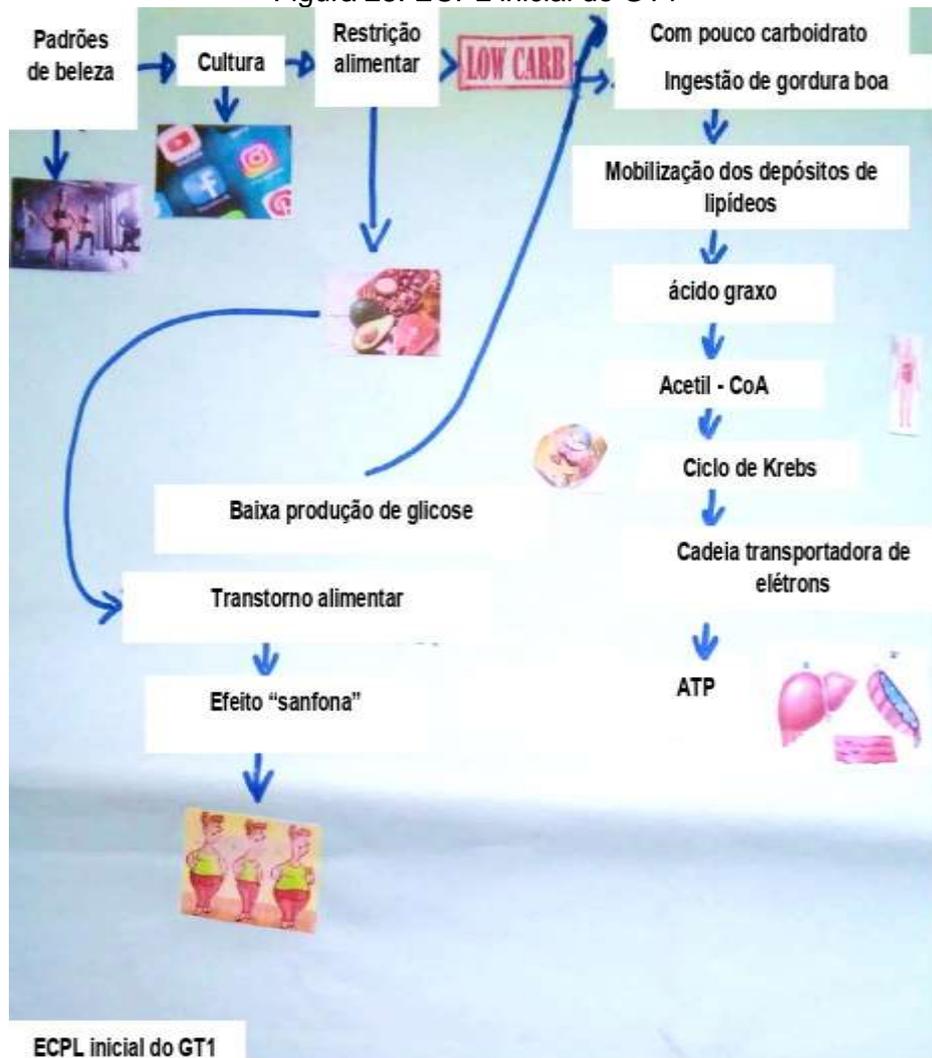
Apresentado o contexto da disciplina, elucidamos que a turma foi dividida em grupos de trabalho (GTs) que permaneceram os mesmos para a realização de todas as atividades ao longo do semestre, inclusive para a elaboração dos esquemas conceituais em *parking lot* a serem aqui analisados.

Desta forma, cada GT construiu dois ECPLs: o primeiro deles foi desenvolvido apenas com base em um roteiro disponibilizado pela pesquisadora, o qual se destinava a apresentar, em linhas gerais, o conceito de dietas *low carb* sem, no entanto, fornecer informações sobre as implicações bioquímicas da adesão deste tipo de restrição alimentar, pois seriam utilizados como recurso para o mapeamento das concepções prévias dos discentes; o segundo foi estruturado após o estudo aprofundado das dietas *low carb* e dos conceitos bioquímicos atrelados à adesão das mesmas, com o intuito de averiguar a persistência ou não das concepções inicialmente identificadas, bem como de verificar os avanços alcançados e/ou as limitações persistentes na formação conceitual. Isto posto, a seguir serão analisados detalhadamente os ECPLs de cada grupo de trabalho.

5.1.1. ESQUEMAS CONCEITUAIS DO GRUPO DE TRABALHO 1

De maneira geral, o esquema conceitual inicial do GT1 (figura 21) apresenta diversos elementos da categoria representacional da Gramática do Design Visual, a qual, conforme mencionado na fundamentação teórica deste trabalho, se divide em narrativa e conceitual. Com relação à estrutura narrativa, o esquema em questão é composto por alguns vetores, isto é, por setas que indicam o sentido em que a leitura do mesmo deverá ocorrer. Ademais, visualizam-se ainda atores e metas; em outras palavras, elementos dos quais partem ações (atores) em direção a outros (metas).

Figura 28: ECPL inicial do GT1



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Do modo como está organizado, o esquema convida o leitor a iniciar a sua análise a partir do termo **padrões de beleza** a partir do qual se inicia, de acordo com a GDV, um desencadear de eventos que se enquadra na categoria *representacional narrativa de ação* e que se encerra na imagem que contém a escrita **low carb**, conforme pode ser observado no recorte A do esquema (Figura 28).

Figura 29: Recorte A do ECPL inicial do GT1 exibindo categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Na figura 29, notabiliza-se que os atores e metas encontram-se interligados por linhas de ações unidirecionais, sugerindo que, na concepção dos autores do ECPL, os **padrões de beleza** exercem influência na **cultura**, mas sem demonstrarem que a recíproca é também verdadeira. Evidencia-se assim uma compreensão ainda linear acerca desse processo. Por outro lado, neste recorte do esquema é também possível perceber a **cultura** atuando como um agente que pode conduzir à **restrição alimentar** aqui sinalizada pelos licenciandos através da imagem com o termo **low carb** em destaque vermelho, o que torna explícito que os discentes compreendem que os aspectos culturais interferem na individualidade dos sujeitos. A esse respeito, Freitas et al. (2019) assinalam que o padrão estético estabelecido em determinada sociedade exerce tamanha influência nos indivíduos que promove até a autopercepção a respeito do que é belo (ou não).

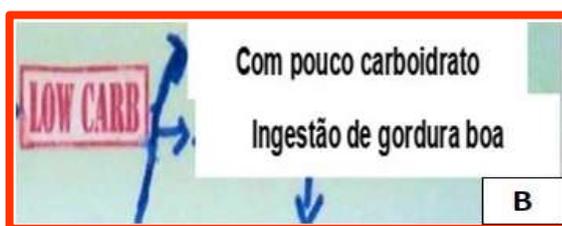
Ainda com relação ao recorte A deste esquema, é perceptível que os seus elaboradores conectaram o termo **padrões de beleza** a uma imagem de pessoas desenvolvendo atividades de musculação. Morgado et al. (2009) corroboram com esse entendimento ao pontuarem que a busca por enquadrar-se em um padrão corporal preestabelecido pode conduzir à prática exacerbada de atividade física e até mesmo provocar uma insatisfação com a imagem corporal apresentada pelo indivíduo (dismorfia corporal).

Não obstante, é perceptível no recorte A do esquema (figura 29) que a palavra **cultura** encontra-se ligada por um vetor unidirecional a uma imagem em que estão expostos logotipos de duas redes sociais, conferindo assim a impressão de que a maneira com a qual as mídias sociais são utilizadas variam de acordo com a cultura. No tocante a isto, e considerando o contexto brasileiro em que as redes sociais são

amplamente usadas, Copetti e Quiroga (2018) alertam que esse tipo de mídia pode, nesse caso, alimentar a expectativa de alcance do corpo “perfeito” e induzir até o desenvolvimento de transtornos alimentares.

Na continuidade da leitura do ECPL após a imagem com o conceito *low carb* em destaque, os discentes usaram uma seta unidirecional que se bifurca para poder conectar-se às expressões **com pouco carboidrato** e **ingestão de gordura boa**, trecho que, segundo a Gramática do Design Visual, pertence à categoria *representacional conceitual analítica*, pois expõe as propriedades das dietas *low carb*, isto é, consistindo em uma espécie de definição do que seriam as dietas com restrição de carboidratos (Figura 30).

Figura 30: Recorte B do ECPL inicial do GT1 expondo categoria representacional conceitual analítica



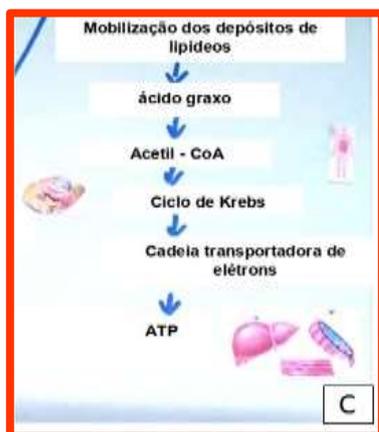
Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Com base nisto, é viável presumir que no momento da construção deste esquema a compreensão dos autores a respeito das dietas *low carb* ainda era muito restrita, haja vista que estes não especificam o que seriam as gorduras boas a serem ingeridas e nem salientam que outros tipos de macronutrientes deveriam ser consumidos.

Mais adiante na leitura da construção conceitual do grupo, é notório um outro trecho categorizado como *representacional narrativo de ação* (figura 31): os licenciandos dispuseram os eventos bioquímicos desencadeados pela diminuição do consumo de carboidratos, interligando atores e metas com setas unidirecionais, indicando uma percepção predominantemente cartesiana dos processos bioquímicos retratados.

Ainda na figura 31 é perceptível que os discentes utilizaram imagens apenas com o intuito decorativo sem, no entanto, estabelecer relação entre estas e as rotas metabólicas retratadas.

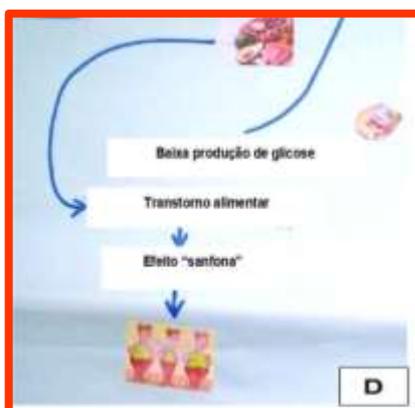
Figura 31: Recorte C do ECPL inicial do GT1 com categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

No recorte D deste ECPL (Figura 32) visualiza-se uma imagem com oleaginosas sendo conectada por um vetor unidirecional ao termo **transtorno alimentar** sem, entretanto, apresentar nenhum tipo de conectivo que elucide a conexão estabelecida entre estes elementos. A partir da meta **transtorno alimentar** parte uma seta também unidirecional para **efeito sanfona**, o qual é seguido por uma imagem que ilustra este fenômeno, enquadrando-se, portanto, na categoria *representacional narrativa de ação* da GDV.

Figura 32: Recorte D do ECPL inicial do GT1 enquadrado na categoria representacional narrativa de ação

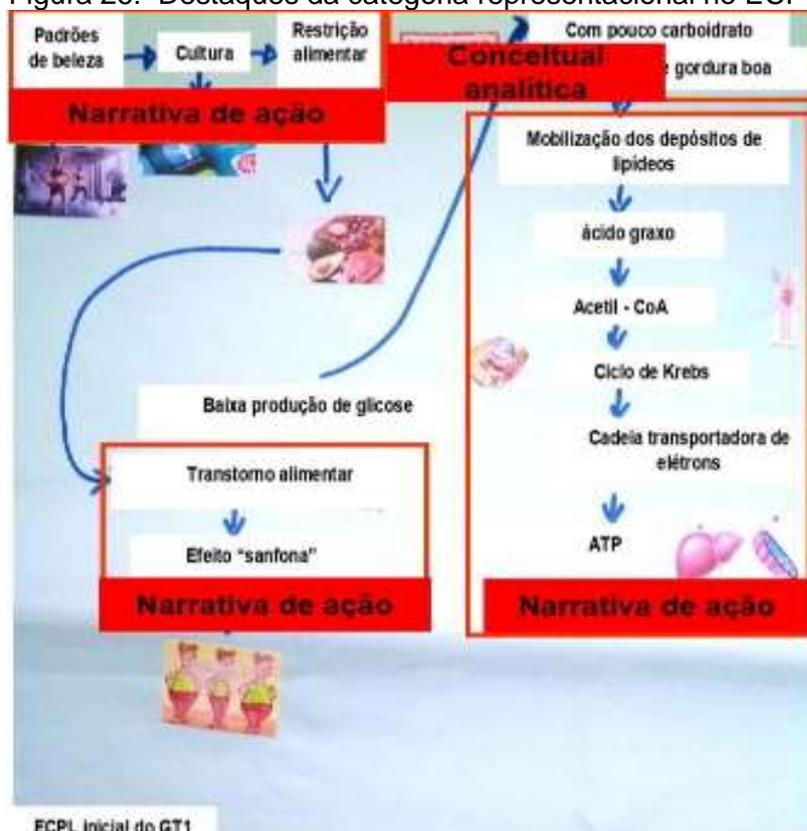


Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

No que diz respeito a isto, estudos recentes demonstraram que a compreensão dos licenciandos está correta, pois ainda que inicialmente as dietas restritivas possam se apresentar como uma boa alternativa para a perda rápida de massa corporal, no geral, elas não são indicadas para sua manutenção a longo prazo. Isto se deve ao fato do organismo adotar mecanismos compensatórios em oposição à perda repentina, o que pode resultar na reaquisição da massa corporal previamente perdida (BLOMAIN, 2013). Além disso, Araújo (2019) pontua que a restrição alimentar prolongada pode conduzir à distúrbios psíquicos e físicos, como é o caso da compulsão alimentar, o que também resultaria em um novo ganho de peso.

Ainda na figura 25, a expressão **baixa produção de glicose** está desconectada dos demais elementos ao seu redor, evidenciando uma dificuldade dos discentes em integrar este conceito aos demais. Nesse sentido, o termo em questão se encontra interligado apenas por uma linha de ação unidirecional à meta **pouco carboidrato**, localizada na parte superior do ECPL, indicando que existe uma relação entre estes elementos, mas sem apresentar nenhum conectivo que elucide a natureza desta conexão.

Figura 26: Destaques da categoria representacional no ECPL

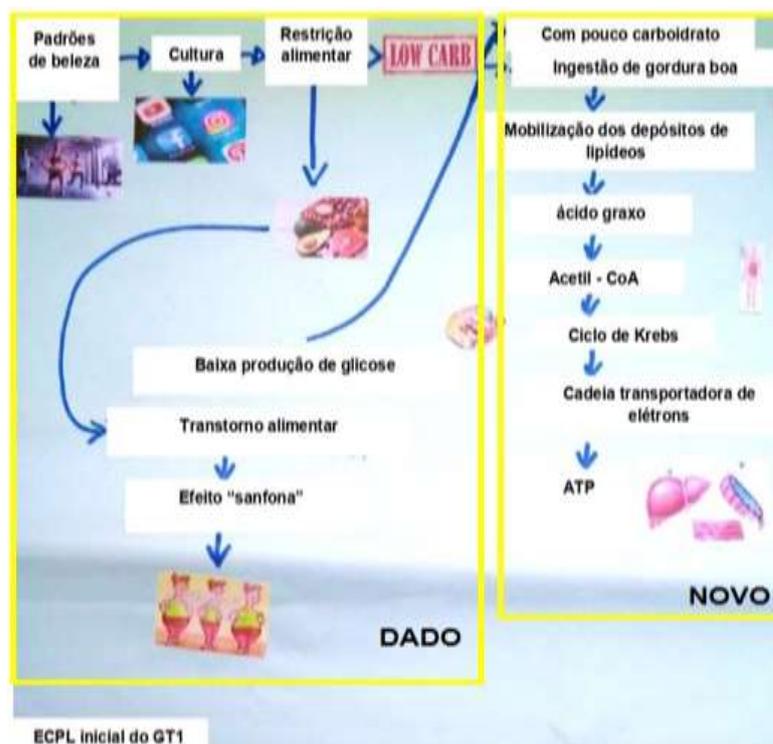


Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

No que se refere à Gramática do Design Visual, a figura 26 sintetiza os trechos do esquema enquadrados na categoria representacional da mesma, isto é, expõe os momentos em que foram narrados, definidos e/ou classificados eventos e fenômenos (KRESS e VAN LEEUWEN, 2006).

Com relação à *categoria composicional* pudemos perceber no ECPL a presença de *valores de informação*, ou seja, a repartição espacial entre os conceitos com os quais os estudantes já se encontravam familiarizados e aqueles que foram recentemente aprendidos. De acordo com a GDV, uma vez que na cultura ocidental a leitura inicia-se da esquerda para a direita, as informações já conhecidas, denominadas por Kress e van Leeuwen como *Dado*, são postas à esquerda. E desta forma, aquilo que é *Novo*, geralmente, localiza-se a direita (KRESS E VAN LEEUWEN, 2006).

Figura 27: Dado e Novo presentes no ECPL 1 do GT1



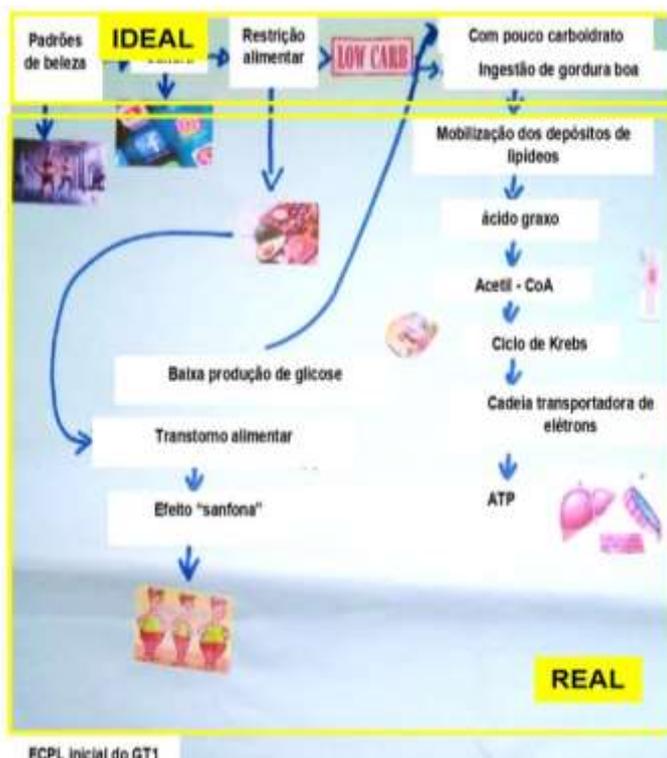
Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Termos como **padrões de beleza, cultura, restrição alimentar, baixa produção de glicose, transtorno alimentar e efeito sanfona** foram dispostos pelos discentes na margem esquerda do ECPL, indicando que estas constituem concepções mais familiares para eles (figura 27). Notabiliza-se que estes aspectos estão justamente atrelados ao âmbito social da adesão das dietas com restrição de

carboidratos e que possivelmente são oriundos de vivências dos licenciandos. Na margem direita estão expostos fenômenos como **mobilização de depósitos de lipídios, Ciclo de Krebs, cadeia transportadora de elétrons**, isto é, rotas bioquímicas cuja compreensão pode ter acontecido de forma mais recente.

Ainda com relação aos *valores de informação (categoria composicional)* verifica-se que os atores sociais posicionam na margem superior do esquema a relação entre o **padrão de beleza, contexto cultural**, uso de redes sociais e a definição do que é dieta *low carb*. Conforme a GDV, estes componentes enquadram-se no *Ideal*, isto é, nos aspectos mais subjetivos/abstratos da questão tratada. Por outro lado, na margem inferior da ECPL posicionam-se os processos metabólicos desencadeados em decorrência da restrição de carboidratos e que consistem no aspecto *Real* da situação retratada, ou seja, nos elementos mais exatos/concretos, conforme os princípios da Gramática do Design Visual (Figura 28).

Figura 28: Ideal e Real no ECPL Inicial do GT1



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Dando prosseguimento à leitura do esquema ainda com a atenção voltada para os *valores de informação (categoria composicional)*, notabiliza-se ainda que não foi estabelecida pelos licenciandos uma distinção clara entre *elementos marginais* e

núcleo de informação, de maneira que os processos retratados encontram-se amplamente distribuídos na estrutura visual e apresentam, portanto, o mesmo grau de relevância (Figura 29).

Figura 29: Núcleo de informação do ECPL Inicial do GT1



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

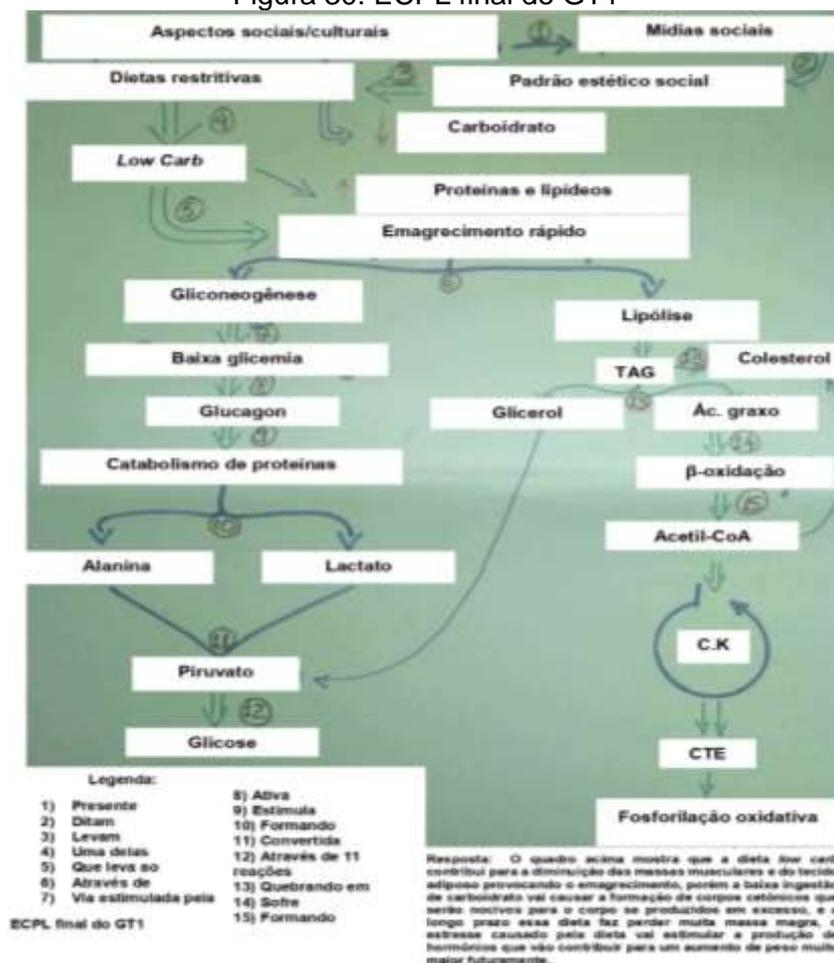
Ainda concernente à *categoria composicional* da GDV, os licenciandos não conferiram *saliência*, isto é, destaque a nenhum conceito e também não optaram por realizar *enquadramento* dos elementos em caixas e/ou balões restritos. Porém, apesar de não apresentar explicitamente estes traços de fragmentação, o esquema encontra-se repartido em dois lados, conforme mencionado anteriormente. Em uma margem predomina a questão social/cultural atrelada à restrição de carboidratos e na outra as implicações metabólicas desta escolha de vida. Destarte, evidencia-se que no momento de construção deste ECPL os autores ainda apresentavam um entendimento dicotômico/fragmentado da questão trabalhada.

Apresentada a análise minuciosa do ECPL que mapeou os conhecimentos prévios do GT1 sobre as dietas *low carb*, lançaremos o olhar agora para o esquema que foi produzido pelo mesmo grupo de trabalho após a sequência de aulas destinada

a tratar desta questão a fim de verificar, com o auxílio dos princípios da GDV, quais foram as limitações conceituais persistentes e os progressos alcançados.

De maneira geral, o ECPL final desse primeiro grupo de trabalho apresenta uma maior riqueza de informação quanto ao conteúdo específico quando comparado ao esquema inicial, haja vista que é composto por um maior número de palavras/conceitos-chave e por um pequeno texto adicional que expõe a opinião dos licenciandos a respeito das dietas com restrição de carboidratos. Além disto, enquanto no primeiro esquema os elementos estavam mais direcionados a uma percepção geral e midiática das dietas *low carb*, os conceitos expostos neste último esquema são mais específicos da Bioquímica, a exemplo de termos como **beta-oxidação**, **fosforilação oxidativa**, **lactato**, **piruvato**, **lipólise**, **gliconeogênese**, entre outros, evidenciando, de certa forma, um aprofundamento acerca das rotas metabólicas envolvidas na adesão do tipo de dieta restritiva estudada.

Figura 30: ECPL final do GT1



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Adicionalmente, o ECPL retratado na figura 30 é mais explicativo o que o inicial, uma vez que exhibe uma legenda que favorece a realização de inferências acerca daquilo que os discentes quiseram assinalar. Outro ponto de destaque desta última construção conceitual é o abandono completo do uso de imagens, ainda que elas tenham sido ofertadas pela pesquisadora da mesma forma que foram no momento inicial.

Com relação à Gramática do Design Visual, visualiza-se inicialmente um trecho que se enquadra na categoria *representacional narrativa de ação*, e que tem começo a partir do participante: **aspectos sociais/culturais** e perpassa pelos termos **mídias sociais**, **padrão estético social**, **dietas restritivas** até chegar ao conceito **low carb** interligado ao **emagrecimento rápido**, o que pode ser identificado a partir das linhas de ação que partem destas palavras-chave (figura 31).

Figura 31: Recorte A do ECPL final do GT1



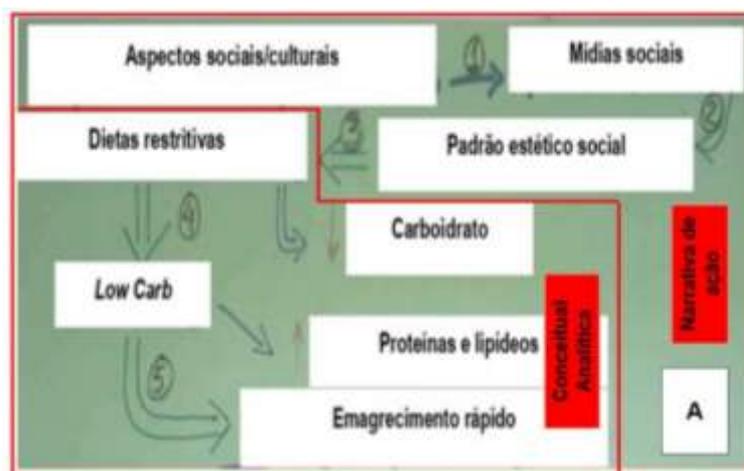
Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Com base na legenda adicionada pelos autores do esquema, este recorte destina-se a elucidar que, na concepção deles, os aspectos sociais/culturais presentes nas mídias sociais ditam padrões estéticos que podem levar à adoção de dietas restritivas que promoveriam o emagrecimento rápido a exemplo da *low carb*. Em outras palavras, este trecho da construção conceitual se encontra direcionado para elucidar a questão social atrelada à adesão deste tipo de dieta, sem se distanciar muito das percepções apresentadas no momento inicial.

Não obstante, notabiliza-se ainda no recorte A uma tímida sobreposição entre as categorias *representacional narrativa de ação* e *representacional conceitual analítica*. Esta última está retratada em dois momentos: 1) quando do ator **dietas restritivas** partem dois vetores unidirecionais, um destinado à meta **low carb** e o outro apontado para uma seta direcionada para baixo e localizada ao lado da palavra

carboidrato; e 2) na emissão de também dois vetores unidirecionais derivados do termo **low carb**, um voltado para o **emagrecimento rápido** e o outro indicando para uma seta direcionada para cima e posicionada ao lado das palavras **proteínas** e **lipídeos** (Figura 32).

Figura 32: Recorte A do ECPL final do GT1 com sobreposição das categorias representacional narrativa de ação e representacional conceitual analítica

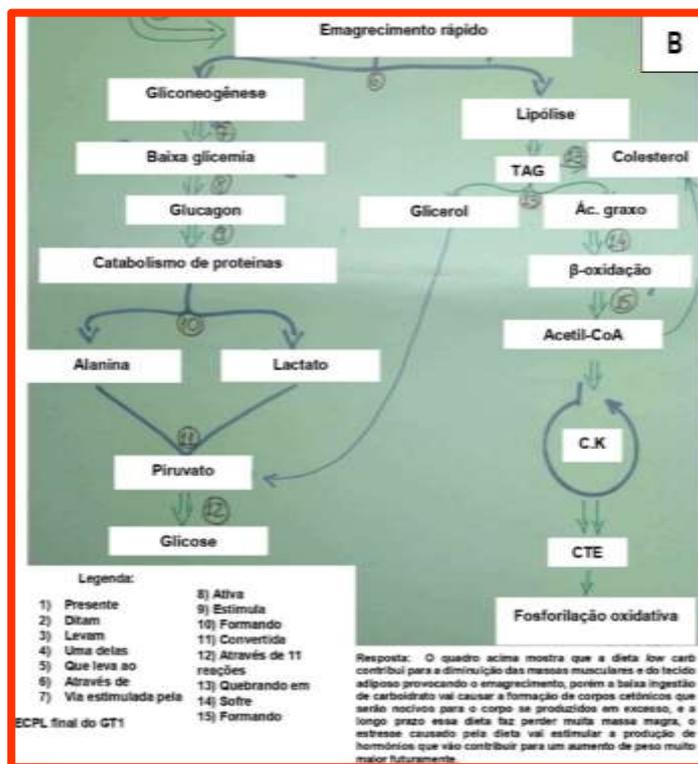


Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Dessa forma, é possível concluir que os discentes quiseram pontuar que as dietas com restrição de carboidratos requerem a diminuição do consumo desta macromolécula e um aumento na ingestão de proteínas e lipídeos. Visualiza-se aqui que a definição de dieta *low carb* apresentada neste último momento não destoia da exibida por eles no esquema inicial, pois apenas trocaram o termo **gordura boa** por **lipídeos** sem especificar qual o tipo, e adicionaram a palavra-chave **proteínas**.

Ainda com relação à categoria representacional da GDV, do termo **emagrecimento rápido** partem duas setas: uma, apontada para **gliconeogênese** e outra direcionada para **lipólise**, indicando que os elaboradores do ECPL concebem que a perda acelerada de peso esteja associada à ativação destas vias metabólicas. Na sequência iniciam-se dois processos que se encaixam na *categoria representacional narrativa de ação* da GDV, uma vez que são as implicações da ativação das rotas bioquímicas gliconeogênese e lipólise (figura 33).

Figura 33: Recorte B do ECPL final do GT1 com duas rotas que se enquadram na categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

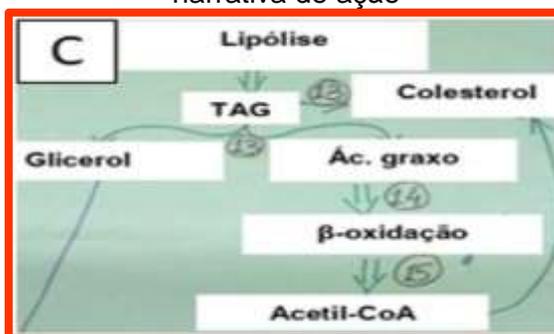
Com o auxílio da legenda acrescida pelos autores do esquema e dos princípios da GDV, é possível perceber que este grupo de trabalho concebe a gliconeogênese como uma via estimulada pela baixa glicemia, o que por sua vez “ativa” o glucagon⁵. Este impulsionaria o **catabolismo de proteínas**, levando à biossíntese de **alanina** e **lactato** que podem ser convertidos em **piruvato**; este, através de 11 reações (gliconeogênese) pode converter-se em **glicose**. Relativamente a isto, Voet (2014) pontua que, de fato, a gliconeogênese configura uma rota metabólica que biossintetiza glicose a partir de precursores não glicídicos, tais como lactato e piruvato, sendo ativada em situações atípicas como no momento em que o estoque de glicogênio do fígado é esgotado (como no jejum prolongado) e/ou quando não há disponibilização de glicose por meio da alimentação. No tocante à origem dos precursores não glicídicos, Voet (2014) elucida que estes podem ser oriundos das “cadeias carbonadas da maioria dos aminoácidos” (p.538), conforme colocado pelos docentes em formação.

⁵ A baixa glicemia (< 70 mg%, em humanos) leva à liberação do hormônio peptídico glucagon pelas células α do pâncreas endócrino (VOET, 2014).

Nesse contexto, salienta-se que a gliconeogênese configura um percurso retratado pelos licenciandos apenas neste último ECPL, ainda que eles tenham tido aulas referentes ao metabolismo de carboidratos anteriormente à construção do primeiro esquema. Isto pode configurar um indício de que os conceitos foram consolidados na estrutura cognitiva dos discentes por intermédio das discussões e atividades desenvolvidas ao decorrer da disciplina.

Dando prosseguimento a leitura do esquema, na margem direita encontra-se um processo que se encaixa na *categoria representacional narrativa de ação*, pois expõe as consequências da ativação da via lipolítica (figura 34).

Figura 34: Recorte C do ECPL final do GT1 expondo categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

O recorte acima é explicado pelos autores do esquema da seguinte maneira

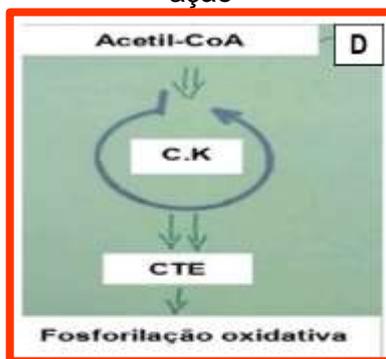
A lipólise... pelo estímulo do glucagon vai quebrar o triacilglicerol, vai separar o glicerol dos ácidos graxos, o glicerol é convertido para piruvato e o ácido graxo através da beta-oxidação vira Acetil- CoA da quebra de 2 em 2 carbonos (INTEGRANTES DO GT1).

Verificam-se na fala deles duas informações adicionais, não retratadas na representação visual: a atuação do glucagon no estímulo da lipólise e a elucidação de que a degradação dos ácidos graxos acontece de 2 em 2 carbonos. Com base na figura 34 e na fala dos integrantes do grupo, é possível perceber que eles compreenderam o conceito de lipólise, uma vez que esta, de fato, consiste em um processo de obtenção de energia a partir da degradação dos triacilgliceróis e da oxidação dos ácidos graxos (VOET, 2014).

Na sequência, do ator **Acetil-CoA** inicia-se um outro processo que também pertence à *categoria representacional narrativa de ação*: é apresentado o percurso

que este composto poderá seguir, ou seja, o ingresso no **Ciclo de Krebs (CK)**, articulado à **cadeia transportadora de elétrons (CTE)**, resultando em **fosforilação oxidativa** (Figura 35).

Figura 35: Recorte D do ECPL final do GT1 expondo categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Dando continuidade à leitura do esquema, um pequeno enunciado na margem inferior expõe alguns eventos desencadeados a partir da restrição de carboidratos, como a diminuição da massa muscular e do tecido adiposo, a formação de corpos cetônicos, o desenvolvimento de estresse e o estímulo da produção de hormônios que colaboram para o reganho de massa corporal. Uma vez que este pequeno texto apenas retrata acontecimentos/processos dinâmicos, sem defini-los e/ou classificá-los, nós o consideramos como pertencente à *categoria representacional narrativa verbal* (Figura 36).

Figura 36: Recorte E do ECPL final do GT1 exibindo categoria representacional narrativa verbal

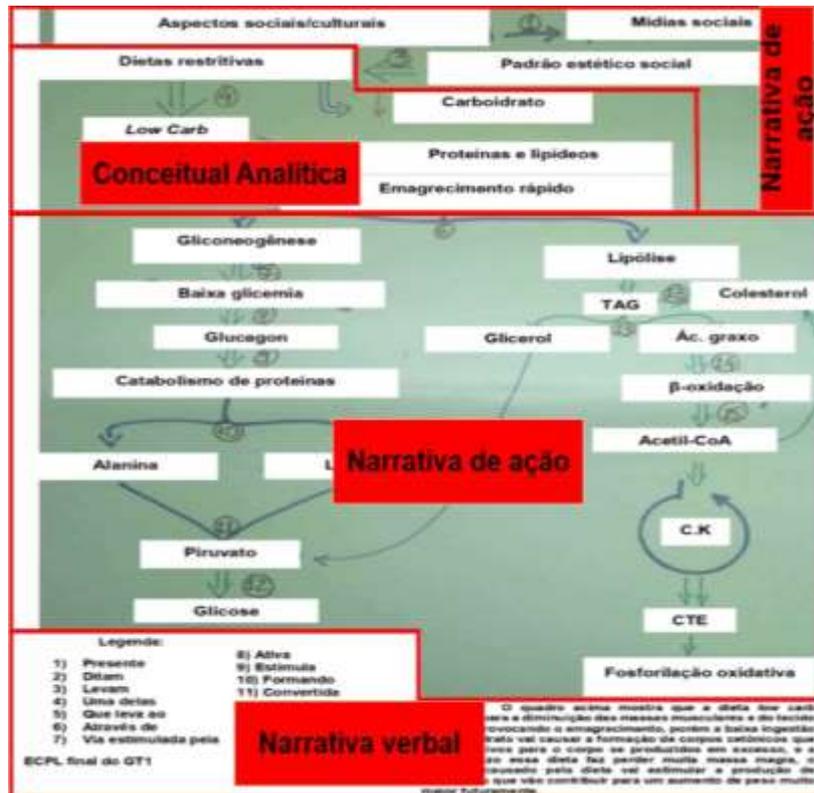
<p>Legenda:</p> <p>1) Presente 2) Ditam 3) Levam 4) Uma delas 5) Que leva ao 6) Através de 7) Via estimulada pela</p> <p>8) Ativa 9) Estimula 10) Formando 11) Convertida 12) Através de 11 reações 13) Quebrando em 14) Sofre 15) Formando</p> <p>ECPL final do GT1</p>		<p>E</p> <p>Fosforilação oxidativa</p> <p>Resposta: O quadro acima mostra que a dieta low carb contribui para a diminuição das massas musculares e do tecido adiposo provocando o emagrecimento, porém a baixa ingestão de carboidrato vai causar a formação de corpos cetônicos que serão nocivos para o corpo se produzidos em excesso, e a longo prazo essa dieta faz perder muita massa magra, o estresse causado pela dieta vai estimular a produção de hormônios que vão contribuir para um aumento de peso muito maior futuramente.</p>
--	--	--

Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

De modo geral, notabiliza-se que tanto nesse último esquema como no primeiro há uma prevalência da categoria representacional narrativa, o que constitui um indicativo de que este grupo de licenciandos apresenta mais facilidade ou maior

preferência em representar os fenômenos/processos bioquímicos em movimento do que conceitua-los e hierarquiza-los, por exemplo (Figura 37).

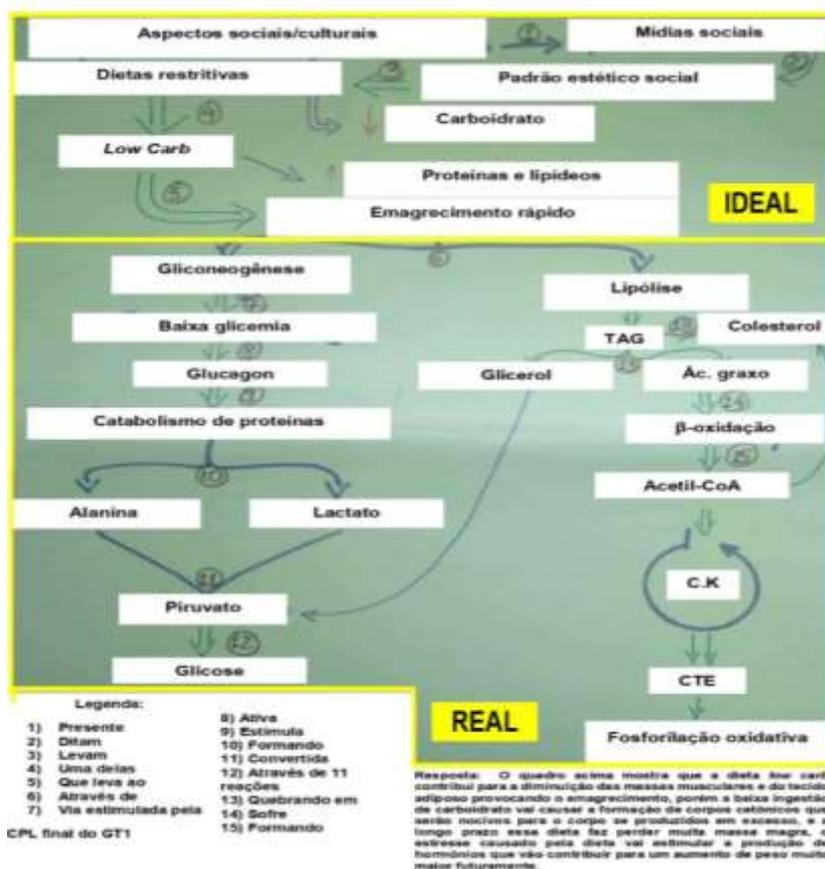
Figura 37: Destaques da categoria representacional no ECPL Final do GT1



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Com relação aos valores de informação (categoria composicional), na figura 38 notabiliza-se que os eventos sociais (macroscópicos) foram dispostos na margem superior e os fenômenos bioquímicos (microscópicos) concentrados na parte inferior do esquema o que acordo com a GDV configura um indício de que estas últimas são informações mais concretas e práticas, enquanto àquelas localizadas na parte superior estão mais atreladas à um plano ideal/subjetivo (KRESS E VAN LEEUWEN, 2006).

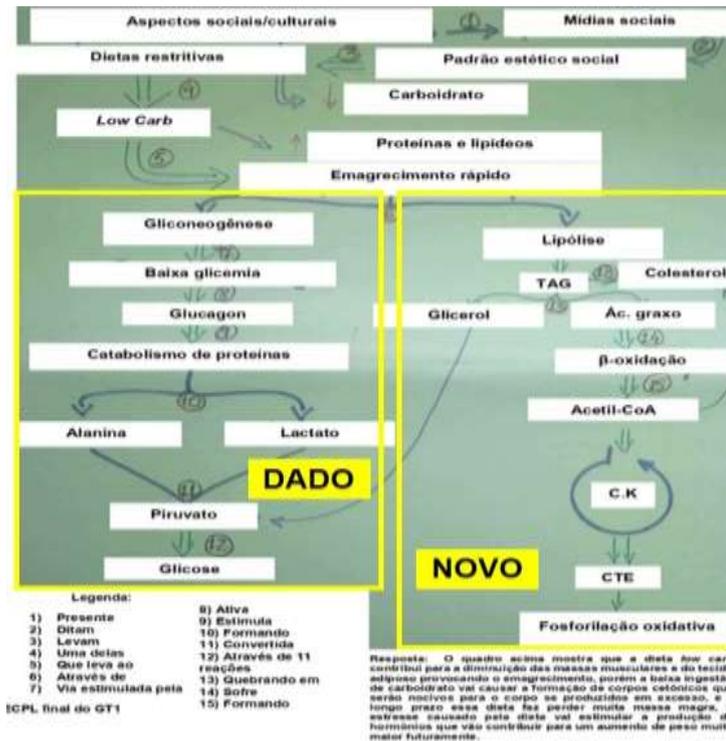
Figura 38: Ideal e real no ECPL final do GT1



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Ademais verifica-se na figura 39 que os conceitos pertencentes ao metabolismo de lipídios foram arranjados na margem direita da representação visual, o que de acordo com Kress e van Leeuwen (2006) é um indicativo de que estas são as informações novas que os autores pretendem apresentar aos seus leitores. Ainda nesta figura, é possível perceber que a gliconeogênese se encontra disposta na margem esquerda, denota-se assim que esta concepção consiste em algo *dato*, isto é, já mais amplamente conhecido.

Figura 39: Elementos dado e novo no ECPL final GT1

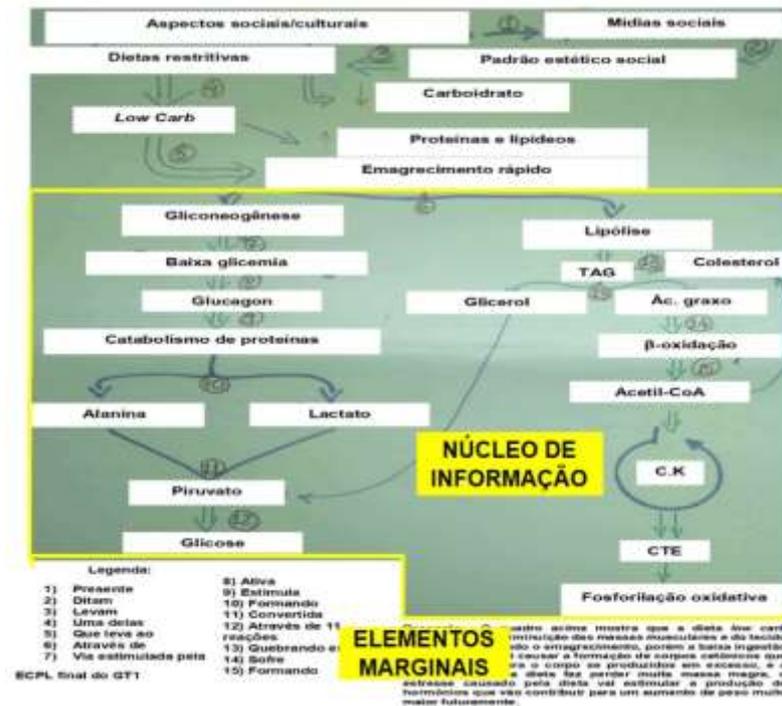


Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Tanto no lado esquerdo como no direito as ações são retratadas de maneira linear, pois seguem em uma única direção. A exceção é o trecho retratado no recorte C, em que é possível observar uma seta unidirecional partindo de **Acetil-CoA** e voltando para **colesterol**, indicando que este substrato pode tanto seguir para o ciclo de Krebs como ser utilizado como intermediário na biossíntese de colesterol.

Conforme figura 40, no centro da construção conceitual localizam-se os eventos bioquímicos, sendo assim, estes consistem no núcleo de informação, isto é, são os conceitos que os autores consideram mais relevantes. Nas margens encontram-se a legenda e um pequeno texto explicativo que nesta configuração comportam-se como elementos complementares/adicionais (KRESS E VAN LEEUWEN, 2006).

Figura 40: Elementos central e marginais do ECPL final do GT1



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Quando comparado com o esquema inicial, este último apresenta mais valores de informações do que o primeiro, posto que nele as informações encontram-se distribuídas de forma mais específica. Contudo, assim como no primeiro ECPL, nesta última construção conceitual também não foi atribuído destaque a nenhum conceito, nem realizado enquadramento explícito.

Com relação à formação conceitual é possível perceber ainda uma visão fragmentada dos processos, uma vez que a única ligação estabelecida entre os conceitos pertencentes ao metabolismo de carboidratos e de lipídios foi feita por meio da conexão entre o glicerol resultante da quebra de triglicerídeo (TAG) e o piruvato, que pode servir como intermediário para obtenção de glicose.

Ao final do esquema os discentes adicionam o seguinte texto complementar:

O quadro acima mostra que a dieta low carb contribui para a diminuição das massas musculares e do tecido adiposo provocando o emagrecimento, porém a baixa ingestão de carboidrato vai causar a formação de corpos cetônicos que serão nocivos para o corpo se produzidos em excesso, e a longo prazo essa dieta faz perder muita massa magra, o estresse causado pela dieta vai estimular a produção de hormônios que vão contribuir para um aumento de peso muito maior futuramente (INTEGRANTES DO GT1).

Os licenciandos citam no trecho acima que a baixa ingestão de carboidratos a longo prazo pode conduzir à formação de corpos cetônicos. No entanto, este termo não aparece no ECPL, indicando talvez uma dificuldade em o relacionar aos conceitos presentes no esquema. Além disto, não elucidam quais seriam os efeitos nocivos do excesso de corpos cetônicos no organismo.

Assim, denota-se que apesar dos discentes apresentarem evidentes avanços na formação conceitual, ainda há dificuldade em integrar os conceitos e persistência de lacunas conceituais.

5.1.2 ESQUEMAS CONCEITUAIS DO GRUPO DE TRABALHO 2

Figura 41: ECPL inicial do GT2

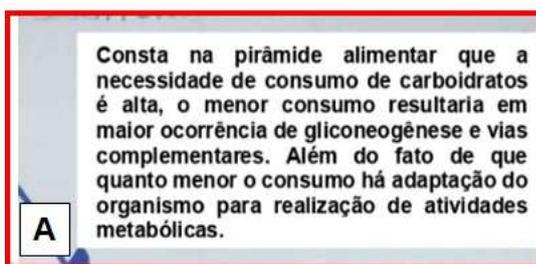


Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Do modo como está organizado o esquema apresenta inicialmente ao leitor um pequeno enunciado que alerta sobre a relevância do consumo de carboidratos associando-o ao conceito de pirâmide alimentar, e mencionando vagamente as

consequências metabólicas da diminuição de ingestão desta macromolécula, conforme a GDV, ao retratar ações sequenciais esse texto enquadra-se na categoria *representacional narrativa verbal*. No que concerne a isto, a única via alternativa de obtenção de glicose citada foi a gliconeogênese, contudo, por se tratar de um ECPL de mapeamento de conhecimentos prévios este resultado já era esperado (figura 42).

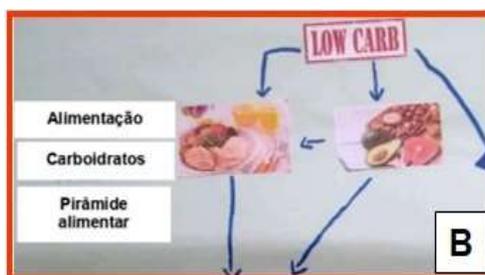
Figura 42: Recorte A do ECPL inicial do GT2 enquadrado na categoria representacional narrativa verbal



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

No que diz respeito a isso, os estudantes repetem esta associação entre os elementos **alimentação**, **carboidratos** e **pirâmide alimentar** na margem esquerda do ECPL (figura 43), o que corrobora para a inferência de que esta é uma relação que os autores querem enfatizar. Segundo a GDV esse trecho do esquema enquadra-se na categoria *representacional conceitual analítica*, pois expõe ainda que superficialmente a relação entre o todo, neste caso representado pela alimentação e as partes, sendo estas os carboidratos e pirâmide alimentar consecutivamente.

Figura 43: Recorte B do ECPL inicial do GT2 exibindo categoria representacional conceitual analítica



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Dando continuidade à leitura do ECPL verifica-se que, de modo geral, os licenciandos apresentam nesse primeiro momento dificuldade em ilustrar de forma mais explícita as conexões entre os elementos e/ou eventos retratados, pois simplesmente os posicionam abaixo uns dos outros sem utilizarem de vetores e/ou conectores como é perceptível tanto no recorte B como no recorte C (figura 44).

Figura 44: Recorte C do ECPL inicial do GT2 exibindo categoria representacional conceitual analítica e classificacional



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Assim, no recorte C (figura 44) se observa a presença do termo **armazenamento** sem que haja qualquer tipo de complemento que elucide o que se é armazenado, dessa maneira, só é viável inferir que os estudantes estejam se referindo ao armazenamento de energia devido aos termos que se localizam logo abaixo como **fígado**, **tecido adiposo**, **tecido muscular** e **eritrócitos**, os quais configuram locais de estoque de glicogênio e triacilgliceróis, ou seja, de fontes de energia, com exceção dos eritrócitos que acreditamos terem sido aí posicionados como fruto de um equívoco conceitual. Destarte, conforme a GDV, a partir do termo armazenamento até tecido muscular verifica-se a presença da *categoria representacional conceitual analítica*, uma vez que são expostas as partes, isto é, os órgãos, tecidos e células envolvidos no armazenamento de energia que nesta situação consiste no todo (COX, 2014).

Ainda no recorte C (figura 44) é encontrado um pequeno texto que pontua: “os eritrócitos são desprovidos de mitocôndrias e o produto final da glicólise nestas células é o ácido láctico, liberado no sangue. O tecido adiposo pode realizar glicogênese e glicogenólise com capacidade mais limitada em relação ao músculo e fígado”. Ao expor os atributos/características das hemácias e dos adipócitos o enunciado acima pode ser considerado como pertencente à *categoria representacional conceitual classificacional* da GDV. A esse respeito, de fato, os eritrócitos enquanto células altamente especializadas são destituídas de organelas, inclusive de mitocôndrias, contudo, o produto da glicólise nestas células é o lactato e não o ácido láctico como sinalizaram os licenciandos (COX, 2014).

Dando prosseguimento à leitura do esquema, no recorte D (Figura 45) visualiza-se a *categoria representacional narrativa de ação* a partir do ator **obesidade/emagrecimento** que se conecta à meta **padrão estético** por meio de uma seta unidirecional. A escolha pela utilização da seta em uma única direção indica que na percepção do licenciandos o ato de engordar e emagrecer reflete no padrão estético sem, no entanto, sinalizar que o padrão de beleza socialmente imposto também repercute na decisão do indivíduo de querer ganhar ou perder massa corporal.

Figura 45: Recorte D do ECPL inicial do GT2 com categoria representacional narrativa verbal e de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

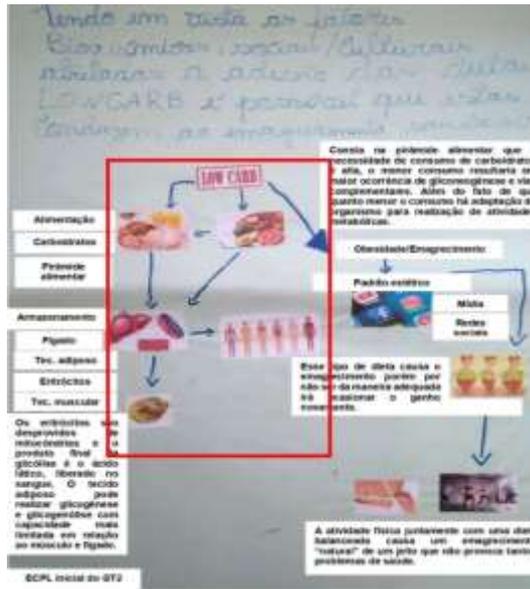
Ademais, logo abaixo do termo **padrão estético** localizam-se **mídia** e **redes sociais**, acompanhadas de uma imagem que exibe algumas das redes mais populares, o que constitui um indício de que na percepção dos estudantes há uma íntima relação entre o padrão de beleza e a utilização de redes sociais, apesar da ausência de setas unindo estes elementos. Na continuidade, é possível perceber que o ator **padrão estético** também se une através de uma seta unidirecional à uma meta que consiste em uma imagem que ilustra o **efeito sanfona**, isto é, a rápida oscilação de massa corporal de um indivíduo, logo ao lado desta imagem situa-se um pequeno enunciado que clarifica para o leitor esta associação que os licenciandos fizeram entre padrão estético e efeito sanfona: “Esse tipo de dieta causa o emagrecimento porém por não ser da maneira adequada irá ocasionar o ganho novamente”, assim, ao

descrever ações, essa assertiva se enquadra na *categoria representacional narrativa verbal* da Gramática do Design Visual.

Na sequência visualiza-se que da imagem ilustrativa do efeito sanfona parte uma seta unidirecional para uma outra figura que exhibe pessoas praticando exercício físico em uma academia. Ao lado da segunda imagem também é encontrado um pequeno enunciado que elucida a ligação entre ambas as representações visuais: “A atividade física juntamente com uma dieta balanceada causa um emagrecimento natural de um jeito que não provoca tantos problemas de saúde” e que, portanto, enquadra-se na *categoria representacional narrativa verbal*. Assim, notabiliza-se que os licenciandos quiseram evidenciar para o leitor dois caminhos a serem seguidos: 1) a adesão de dietas restritivas que induzem a rápida perda de massa corporal, mas que ocasionalmente podem provocar o reganho de peso e 2) a adoção do hábito de exercitar-se e alimentar-se de maneira balanceada que promovem uma perda mais gradual e duradoura, segundo a percepção deles. Entretanto, esta compreensão ainda é exposta de maneira superficial, sem que haja a elucidação do porquê as dietas restritivas são consideradas, segundo os autores do ECPL, como sendo inadequadas e por qual motivo podem promover o efeito sanfona, por exemplo.

No centro do esquema é encontrada a *categoria representacional narrativa de ação*, a partir da figura com o termo *low carb* em destaque, perpassando pelas imagens de uma refeição considerada balanceada, outra de oleaginosas até chegar às figuras que exibem os sistemas do corpo humano, o fígado, músculo, mitocôndria e por fim o eritrócito (figura 46). Do ator **low carb** partem duas setas unidirecionais, uma destina-se à figura de uma refeição completa e balanceada e a outra à uma representação de frutas e sementes com alto teor de lipídios, entretanto, os vetores que saem de ambas as imagens supracitadas convergem numa outra figura que agrupa o fígado, músculo e mitocôndria dando a entender que o fornecimento e armazenamento de energia é o resultado final independente das escolhas alimentares do indivíduo mas sem ressaltar, por exemplo, as diferenças existentes nesse percurso de obtenção e armazenamento de energia a depender daquilo que é consumido.

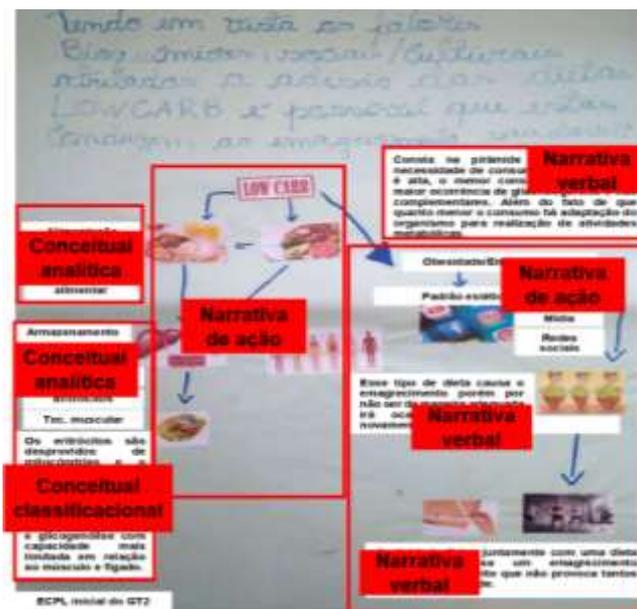
Figura 46: Categoria representacional narrativa de ação no centro do esquema.



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Com o intuito de facilitar a visualização dos aspectos da GDV no esquema, elaboramos a figura 47 que sintetiza os trechos do ECPL enquadrados na categoria representacional. De maneira geral, neste primeiro esquema há certo equilíbrio na presença das subcategorias da categoria representacional, aparecendo tanto elementos conceituais analíticos como classificacionais, e narrativos verbais e de ação.

Figura 47: Destaques da categoria representacional da GDV no ECPL inicial do GT2.



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Relativamente a presença da categoria *composicional* da Gramática do Design Visual no ECPL, iremos inicialmente voltar o olhar para os *valores de informação*, ou seja, para as zonas (esquerda, direita, superior, inferior, margem e centro) da representação visual. Desse modo e seguindo os pressupostos da GDV, observamos que na margem esquerda do ECPL concentram-se as informações com as quais os estudantes já possuem determinada familiaridade (*Dado*), sendo elas neste caso atreladas à obtenção e armazenamento de energia por meio da ingestão de carboidratos, o que já era esperado uma vez que os licenciandos já haviam tido algumas aulas acerca do metabolismo desta macromolécula. Na margem direita encontram-se os aspectos sociais relacionados à adesão de dietas com restrição de carboidratos e as consequências decorrentes disso, consistindo assim, segundo a GDV, em noções que são mais recentes na cognição dos autores do esquema (*Novo*).

Figura 48: Dado e Novo no ECPL inicial do GT2



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Nesta continuidade, localizam-se na margem superior do ECPL os elementos que sinalizam a relevância do consumo de carboidratos, os quais ao ocupar este espaço são, conforme a GDV, classificados como *Ideais*, isto é, que são mais abstratos/estão atrelados ao mundo das ideias. Nesse sentido, na parte inferior do esquema concentram-se os aspectos *Reais*, ou seja, as informações mais concretas

e práticas, que neste caso consistem no alerta que o efeito sanfona configura uma das consequências das dietas restritivas e na exposição, ainda que superficial, dos eventos macro e microscópicos associados ao armazenamento e obtenção de energia a partir da ingestão de carboidratos (KRESS E VAN LEEUWEN, 2006) (Figura 49).

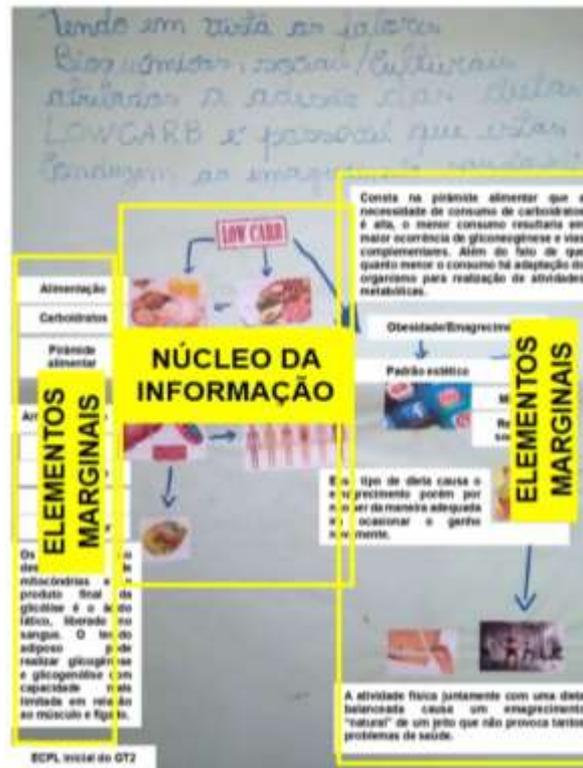
Figura 49: Ideal e Real no ECPL Inicial do GT2



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Ainda concernente aos *valores de informação*, destacamos que o *núcleo de informação (elemento central)* do ECPL consiste em um processo que se enquadra na *categoria representacional narrativa de ação* e que é constituído exclusivamente de imagens que partem do contexto macroscópico de dieta *low carb* até chegar no microscópico, aqui representado por uma célula animal. Já os *elementos marginais* do esquema consistem em palavras-chaves e pequenos enunciados dispostos ao redor do elemento central a fim de clarificar o que os discentes quiseram pontuar, bem como quais foram as conexões por eles estabelecidas (Figura 50).

Figura 50: Núcleo da informação e elementos marginais no ECPL inicial do GT2



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

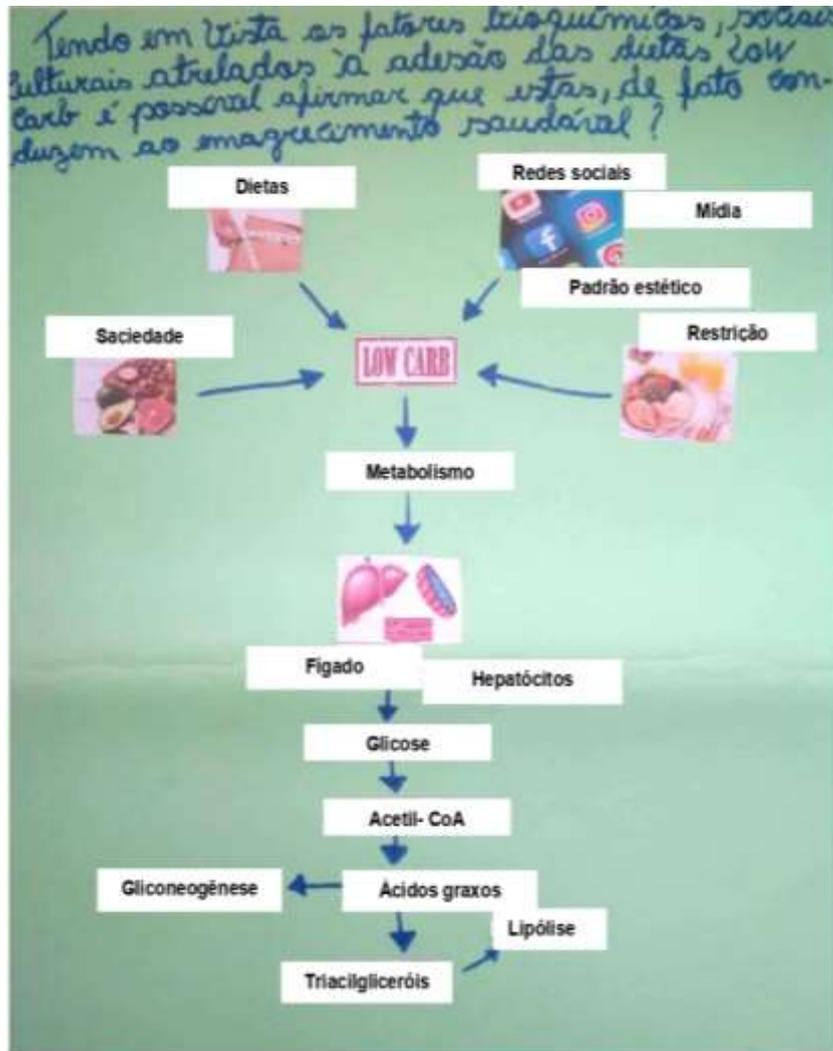
Por fim, não foi atribuída *saliência* à nenhum termo específico no ECPL, assim como também não foi realizado *enquadramento*. Sendo os *valores de informação*, a única subcategoria da *categoria composicional* presente nesta construção conceitual.

De maneira geral, as feições deste ECPL são majoritariamente lineares: 1) todos os vetores são unidirecionais e convergem em um único fim; 2) o esquema é dicotômico, só apresenta ao leitor dois percursos a serem seguidos: o “fracasso” da dieta *low carb* por meio do efeito sanfona e o “sucesso” do emagrecimento que os autores do esquema denominam de “natural” e que é obtido por meio de dieta balanceada e prática de exercícios físicos, sem mencionar, por exemplo, que quando acompanhada por um profissional de saúde a dieta com restrição de carboidratos também pode conferir bons resultados. Além disto, foram encontrados erros conceituais como considerar o eritrócito como local de armazenamento de energia e afirmar que o ácido lático é o produto final da glicólise nestas células.

Apresentada a análise minuciosa do ECPL que mapeou os conhecimentos prévios do GT2 a respeito das dietas com restrição de carboidratos, voltaremos o olhar agora para o esquema que foi produzido pelo mesmo grupo de trabalho após a

sequência de aulas destinada a tratar desta questão a fim de verificar, com o auxílio dos princípios da GDV, quais foram as limitações conceituais persistentes e os avanços alcançados.

Figura 51: ECPL Final do GT2



A influência das mídias e redes sociais referentes a estética aumenta a procura pelo padrão de beleza e a busca do corpo tido como ideal. A low carb aumenta o consumo de gordura e proteína gerando um emagrecimento rápido, mas que a longo prazo não é saudável. Esse emagrecimento não significa perda de gordura, devido ao carboidrato ser importante na manutenção de água na célula, causando uma diminuição do volume/peso. Outro fator é a saciedade propiciada pelo consumo excessivo de gordura e proteína. Alguns estudos demonstraram que a dieta restritiva em carboidrato modifica a diversidade de bactérias no intestino, o que predisporia a problemas inflamatórios, como alergias e doenças autoimunes.

ECPL final do GT2

Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Assim, dentre as principais diferenças entre o ECPL inicial e final construídos por este grupo de trabalho destacamos: 1) a disposição das imagens, que no primeiro esquema concentravam-se no centro em forma de estrutura visual narrativa e no

último encontram-se mais dispersas e intimamente ligadas às palavras-chaves; 2) A redução da utilização de pequenos enunciados, uma vez que neste último ECPL há apenas um pequeno texto explicativo no rodapé ao passo em que no primeiro haviam quatro; 3) Exclusão do conceito de pirâmide alimentar. Por outro lado, dentre as semelhanças podemos salienta a permanência do uso quase que exclusivo de setas unidirecionais (figura 51).

Ao iniciar a leitura do esquema, observa-se na margem superior a presença da *categoria representacional narrativa de ação*, na qual diversos atores convergem em uma única meta: a **dieta low carb**. Dessa maneira, os autores do ECPL ao despontar uma seta unidirecional partindo de **dietas, saciedade, redes sociais, mídia, padrão estético e restrição** para a meta **low carb**, explicitam que estes são elementos que coadunam na adesão de dietas com restrição de carboidratos, em outras palavras, constituem fatores que influenciam na redução da ingestão desta macromolécula. A esse respeito, os licenciandos pontuam: “Em primeiro lugar a gente vai ter a influência da mídia e das redes sociais, referente à estética, né? E o aumento da procura do padrão de beleza e a busca pelo tido como o corpo ideal.”, isto é, compreendem a adesão à dieta restritiva como fruto da procura pelo pertencimento ao padrão estético socialmente definido e amplamente difundido por meio da mídia e das redes sociais (Figura 52).

Figura 52: Recorte A do ECPL Final do GT2 com categoria representacional narrativa de ação.



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

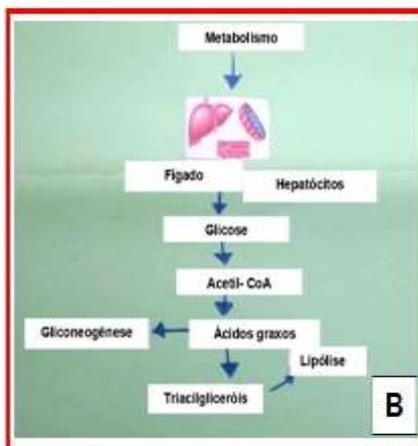
Ainda no recorte A, visualiza-se que **low carb** se comporta tanto como meta quanto como ator, haja vista que deste elemento também saí um vetor unidirecional rumo à palavra-chave **metabolismo**, de modo a promover a inferência de que a

restrição no consumo de carboidratos repercute nas reações anabólicas e catabólicas do organismo. Na sequência é dada continuidade à narração de eventos (*categoria representacional narrativa de ação*) através da qual são expostas as consequências metabólicas da diminuição de ingestão de carboidratos (Figura 53).

Desse modo, do ator **metabolismo** parte um vetor unidirecional rumo à uma imagem ilustrativa que reúne fígado, músculo e mitocôndria, e que se encontra localizada logo acima dos termos **fígado** e **hepatócito**, essa configuração permite inferir que as reações metabólicas estão atreladas a esse órgão e suas células, assim como ao tecido muscular e às mitocôndrias, mas como não há a existência de nenhum conectivo e/ou texto complementar, esta conexão não é aprofundada pelos licenciandos. De fato, é conhecido que o fígado e o tecido muscular configuram sítios de metabolismo de glicogênio, ou seja, da reserva energética produzida por animais e mobilizada em momentos de muito esforço físico e/ou de jejum prolongado (COX, 2014). Em comparação com o ECPL inicial, vislumbra-se aqui um avanço conceitual, pois nesta última construção os estudantes já não puseram os eritrócitos como células envolvidas na obtenção e armazenamento de energia.

Sequencialmente, a partir do ator **fígado** é exposto um processo que resulta na obtenção de **ácidos graxos**, perpassando pelos intermediários **glicose** e **Acetil-CoA**. A partir daí, os ácidos graxos podem, conforme os autores do esquema, seguir dois percursos: formarem **triacilgliceróis** e seguirem a via da **lipólise** ou atuarem como precursores na **gliconeogênese** (Figura 53). Apesar dessa configuração representar um progresso em relação ao ECPL inicial no qual os aspectos bioquímicos foram muito superficialmente pontuados e restringiram-se à questão do armazenamento de energia em forma de glicogênio nos músculos e fígado, neste último esquema os eventos bioquímicos poderiam ter sido melhor explorados também, haja vista que foram suprimidas etapas a exemplo da cetogênese, que consiste no processo de produção de corpos cetônicos em situações em que o Acetil-CoA proveniente da lipólise encontra-se excedente (COX, 2014).

Figura 53: Recorte B do ECPL Final do GT2 com continuação da narração de eventos (categoria representacional narrativa de ação).

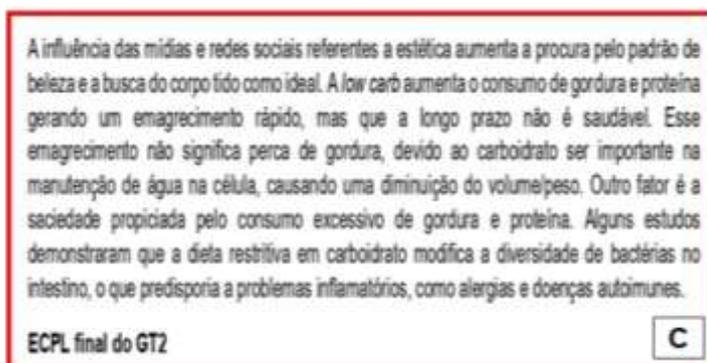


Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Dando prosseguimento à leitura do esquema é encontrada uma assertiva que reforça a concepção de que a utilização das redes sociais aumenta a busca pelo pertencimento ao padrão estético. Assim como, menciona que as dietas com restrição de carboidratos preconizam o aumento de ingestão de gordura e proteínas, sem no entanto, especificar qual tipo de gordura é recomendado consumir neste caso. Os licenciandos ainda afirmam que o emagrecimento promovido pela diminuição na ingestão de carboidratos não necessariamente significa perda de gordura, uma vez que há uma relação entre estas macromoléculas e a manutenção de água na célula, e a redução em sua disponibilidade pode promover diminuição do volume/peso do indivíduo.

Ademais os estudantes pontuam que a dieta low carb pode promover mudanças na flora intestinal e conseqüentemente predispor processos inflamatórios como alergias e doenças autoimunes. Dessa forma, o enunciado retratado no recorte C do ECPL enquadra-se, conforme a GDV, na *categoria representacional narrativa verbal* (Figura 54).

Figura 54: Recorte C do ECPL Final do GT2 mostrando categoria representacional narrativa verbal



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

No que concerne à categoria representacional da Gramática do Design Visual, este último ECPL apresenta uma menor diversidade de subcategorias do que o primeiro, haja vista que enquanto a construção inicial apresentava elementos conceituais analíticos e classificacionais, bem como narrativos de ação e verbal, este último se mantém predominantemente narrativo, conforme pode ser visualizado na figura 55.

Figura 55: Destaques da categoria representacional no ECPL Final do GT2



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Com relação aos *valores de informação (categoria composicional)* neste último esquema, diferentemente do primeiro, não há uma clara repartição entre elementos nas margens esquerda (*dado*) e direita (*novo*). No centro do ECPL é encontrado o *núcleo de informação* que consiste na narração das repercussões da restrição no consumo de carboidratos, partindo dos aspectos macroscópicos (sociais) até os microscópicos (bioquímicos). O único *elemento marginal* encontrado é o pequeno enunciado disposto no rodapé da construção (Figura 56).

Figura 56: Núcleo de informação e elemento marginal do ECPL Final do GT2



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Adicionalmente, as informações que constituem o *Ideal* estão predominantemente atreladas ao contexto social de adesão ou não das dietas *low carb*, enquanto o *Real* consiste na explanação dos eventos metabólicos decorrentes da diminuição de glicose disponível no organismo (Figura 57).

Figura 57: Ideal e Real no ECPL Final do GT2



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

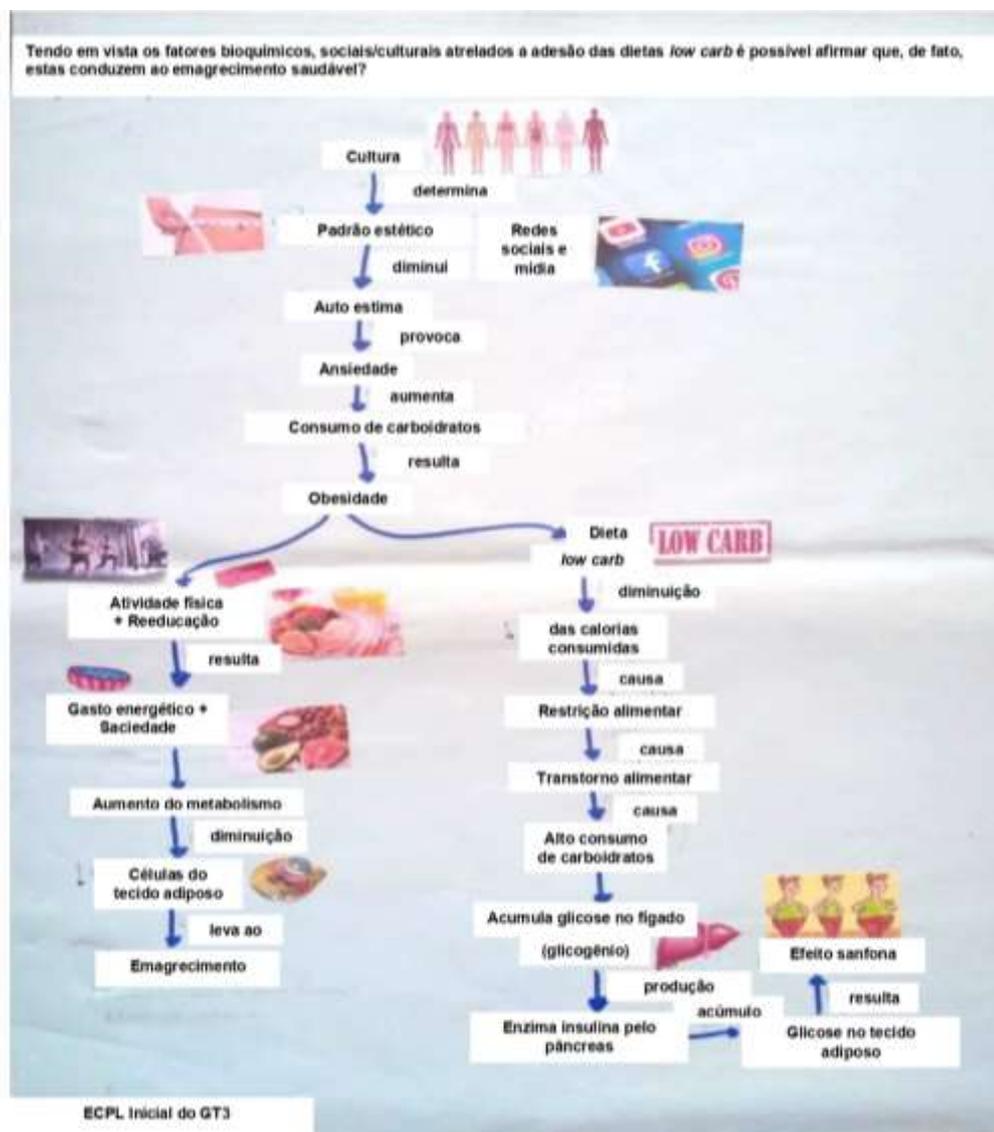
Assim como o primeiro esquema, este último também não apresenta nenhum elemento específico com *saliência* e nem *enquadramento*.

De modo geral, o esquema final assim como o inicial apresenta predominantemente características cartesianas, tais como: 1) Todos os vetores permanecem unidirecionais; 2) os aspectos sociais coadunam em um único produto: adesão das dietas *low carb*; 3) as vias metabólicas são expostas de maneira linear e sem maior aprofundamento, excluindo conceitos como a cetogênese, por exemplo; 4) apenas os aspectos negativos das dietas low carb são apresentados. Tais elementos evidenciam a persistência da causalidade simples e da lógica do terceiro excluído, o que já era esperado haja vista a hegemonia do pensamento cartesiano (MARIOTTI, 2008).

Contudo, os equívocos conceituais cometidos na primeira construção conceitual: como pontuar eritrócito como local de armazenamento de energia e afirmar que o ácido láctico é o produto final da glicólise nestas células, já não aparecem neste último ECPL.

5.1.3 ESQUEMAS CONCEITUAIS DO GRUPO DE TRABALHO 3

Figura 58: ECPL inicial do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

O arranjo do ECPL inicial do GT3 convida o leitor a começar a leitura a partir da palavra-chave **cultura**, através da qual se desencadeiam ações até chegar na meta **obesidade**, desse modo, este trecho do esquema enquadra-se na categoria *representacional narrativa de ação*. Com o auxílio dos vetores unidirecionais e dos conectivos utilizados, infere-se que os licenciandos tencionaram pontuar que a **cultura** determina o **padrão estético** que, por sua vez, provoca a diminuição da **autoestima** e pode culminar no desenvolvimento de **ansiedade**, podendo induzir ao aumento no **consumo de carboidratos** e subseqüentemente resultar em **obesidade** (Figura 59). Isto configura uma percepção pessoal dos licenciandos que compõe o

Dando continuidade à leitura do esquema, a partir do ator **obesidade** há uma bifurcação (figura 60) para dois percursos que se inserem na *categoria representacional narrativa de ação*, e que os licenciandos apresentam como sendo antagônicos: 1) **reeducação** alimentar associada à prática de **atividade física** e 2) adesão de **dieta low carb**. Essa organização confere ao leitor a impressão de que o indivíduo obeso só possui duas alternativas de caminho a seguir, tal dicotomização é característica do cartesianismo.

Dessa forma, o recorte B do ECPL (figura 60) retrata o trajeto que conduziria, conforme os autores, ao emagrecimento saudável. Partindo dos atores **atividade física** e **reeducação** dá-se início à narração de eventos subsequentes que coadunam no **emagrecimento**, são eles: o **gasto energético**, **saciedade**, **aumento do metabolismo** e **diminuição das células do tecido adiposo**. De fato, a prática de exercício físico associado à reeducação alimentar pode promover uma maior saciedade e gasto energético, com consequentes aumento do metabolismo e emagrecimento, contudo vale ressaltar que o processo de perda de massa corporal se dá devido ao “esvaziamento” dos adipócitos, isto é, à quebra da gordura armazenada nestas células e não em decorrência da diminuição do número destas. (COX, 2014). Ademais, o uso das imagens neste trecho do esquema se encontra alinhado com aquilo que está sendo narrado e com a maneira a qual os indivíduos interpretam o fenômeno.

Figura 60: Recorte B do ECPL inicial do GT3 enquadrado na categoria representacional narrativa de ação da GDV



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Já o recorte C (figura 61) do esquema apresenta o percurso traçado por indivíduos que optam pela dieta **low carb**, a qual segundo a percepção dos autores, acarreta na **diminuição das calorias consumidas** e, dessa forma, caracteriza-se como um tipo de restrição alimentar que pode conduzir ao aparecimento de **transtornos alimentares**. Na continuidade, os licenciandos acrescentam o aumento no **consumo de carboidratos** como resultante do ator **transtorno alimentar**, que por sua vez deriva de **restrição alimentar**, dando a entender que em alguns casos de dietas muito restritivas pode haver o desenvolvimento de hábitos compulsórios na alimentação do indivíduo com conseqüente acréscimo na ingestão de hidratos de carbono, conduzindo dessa maneira ao **acúmulo de glicose no fígado** sob a forma de **glicogênio**, o que decorreria na produção da **enzima insulina pelo pâncreas**, que por sua vez induziria, conforme os autores do esquema, no acúmulo de **glicose no tecido adiposo** resultando no conhecido **efeito sanfona**.

Figura 61: Recorte C do ECPL inicial do GT3 enquadrado na categoria representacional narrativa de ação da GDV



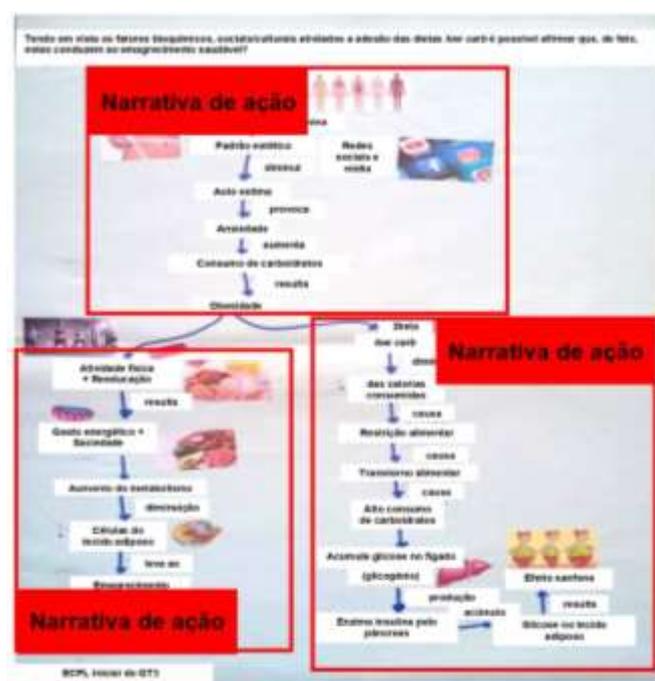
Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Com relação a isto, Oliveira et. al (2019) ao realizarem um estudo investigativo, acerca da presença de práticas compulsórias em indivíduos adeptos das dietas *low carb*, perceberam que 75,95% dos sujeitos da pesquisa desenvolveram práticas compensatórias inapropriadas, isto é, hábitos característicos da compulsão alimentar, convergindo, portanto, com o ponto de vista dos licenciandos pertencentes ao GT3.

Contudo, os discentes desse grupo de trabalho cometem um equívoco ao pontuar que a insulina promove o acúmulo de glicose no tecido adiposo pois, na verdade, a ação desse hormônio induz o excesso de glicose a ser convertido e armazenado sob a forma de triglicerídeos (COX, 2014).

De maneira geral, o primeiro ECPL do GT3 se diferencia dos esquemas do GT1 E GT2 pois apresenta uma única subdivisão da categoria representacional da GDV: a narrativa de ação, conforme pode ser visto na figura 62.

Figura 62: Destaques da categoria representacional ECPL inicial do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

No tocante à *categoria composicional* da GDV, e mais especificamente aos *valores de informação* deste esquema, observa-se que os elementos *dados* (à esquerda) consistem naqueles atrelados ao percurso que, segundo os licenciandos, conduziria ao emagrecimento saudável, e que são apresentados de maneira ainda prematura/ligada ao senso comum, sem que haja maior explicação dos fenômenos bioquímicos desencadeados pela reeducação alimentar e prática de atividade física. Já os elementos considerados *novos* (à direita), isto é, àqueles que foram mais recentemente aprendidos (internalizados⁶), exibem de maneira mais explícita as

⁶ O processo de internalização ocorre quando a fala assume um papel importante, pois se torna diretiva do pensamento verbal e do conhecimento mais elaborado, controlando determinadas funções como a atenção, abstrair traços, sintetizá-los e simbolizá-los através de um signo (VIGOTSKI, 2005).

consequências metabólicas da adesão das dietas *low carb*, trazendo à tona conceitos pertencentes ao estudo do metabolismo de carboidratos como o armazenamento de glicose sob a forma de glicogênio (Figura 63).

Figura 63: Elementos dado e novo no ECPL inicial do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Ainda no que diz respeito aos *valores de informação* presentes neste ECPL, os elementos *ideais* consistem nos aspectos sociais e culturais associados à auto percepção do indivíduo e que o coloca, conforme os autores do esquema, perante dois caminhos na busca do emagrecimento, os quais configuram os elementos *reais* desta construção conceitual, isto é, as informações mais sólidas/concretas (Figura 64).

Figura 64: Elementos Ideal e Real do ECPL inicial do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Na continuidade, verificamos que todas as informações contidas no esquema concentram-se no centro dele, sem que haja a presença de *elementos marginais*. De maneira que todos os conceitos expostos enquadram-se no *núcleo de informação*, isto é, apresentam o mesmo grau de relevância segundo os licenciandos (Figura 65).

Figura 65: Núcleo da informação do ECPL inicial do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Relativamente às demais subcategorias da *categoria composicional*, não é possível encontrar neste ECPL *saliência* atribuída a quaisquer termos, bem como a realização de *enquadramento* específico.

Exposta a análise minuciosa do ECPL que mapeou os conhecimentos prévios do GT3 a respeito das dietas *low carb*, voltaremos o olhar agora para o esquema que foi produzido pelo mesmo grupo de trabalho após a sequência de aulas destinada a tratar desta questão, atentando para a persistência ou não de lacunas e equívocos conceituais, assim como para os avanços alcançados (Figura 66).

A estrutura do esquema convida o leitor a iniciar sua análise a partir do ator **cultura** que direciona-se a meta **redes sociais**, a partir da qual partem duas setas: a primeira destinada à **padrões de consumo** e a segunda à **padrões estéticos**, caracterizando-se assim como pertencente à *categoria representacional narrativa de ação*. Com o auxílio dos vetores e conectivos utilizados pelos licenciandos é possível compreender que neste primeiro momento eles pretenderam pontuar que o contexto cultural repercute na utilização das redes sociais, que por sua vez, reflete naquilo que se consome e no que é considerado belo (Figura 66).

Figura 66: ECPL Final do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Figura 67: Recorte A do ECPL final do GT3 enquadrado na categoria representacional narrativa de ação.



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

No que concerne a isto, os licenciandos explicam a figura 67 da seguinte maneira

A cultura vai influenciar os comportamentos sociais. Então, tipo, as redes sociais elas vem como pra dissipar essas informações, né? E expressar também como padrões sociais se mantêm. As redes incentivam um padrão de consumo dentro do modelo econômico/político do capital, do capitalismo, inclusive a questão da alimentação, por exemplo, o consumo de *fast foods* e também padrões estéticos, como o padrão que a gente tem, né? de corpos exuberantes, magros.

Na fala dos autores transcrita acima encontramos um elemento que não aparece no ECPL, que é a associação da utilização das redes sociais e da divulgação de propagandas servindo ao modelo econômico vigente: o capitalismo, seja por meio do incentivo ao consumo de *fast foods* ou ainda ao “vender” corpos ideais, que só podem ser alcançados por meio da realização de procedimentos estéticos. Relativamente a isto, Magalhães et al. (2017) endossam essa perspectiva e pontuam que ao perceberem a eficiência das redes sociais como meio de comunicação direta com prováveis consumidores, as empresas de marketing e comunicação passaram a investir cada vez mais nelas como meio de divulgação para grandes marcas.

Ainda no recorte A (figura 67), visualiza-se uma figura que ilustra os sistemas do corpo humano posicionada logo acima da palavra **cultura**, contudo, o licenciandos não explicitaram qual a relação entre tais elementos, o que confere a impressão de que esta imagem em questão foi inserida apenas com fim decorativo. Por outro lado, a imagem que evidencia as redes *facebook* e *instagram* localizam-se juntamente ao ator **redes sociais**, indicando assim uma associação mais clara/evidente entre estes componentes visuais.

Dando prosseguimento à leitura do ECPL, a partir do termo **padrões de consumo** tem início um novo desenrolar de eventos que, de acordo com a GDV, se encaixa na *categoria representacional narrativa de ação*. Ao analisar a direção das setas/vetores e os conectivos escolhidos é viável afirmar que os licenciandos consideram que os **padrões de consumo** estimulam o **consumo de carboidratos**, que por sua vez apresenta como produto o aumento da **glicemia** e por conseguinte da liberação de **insulina** (Figura 68).

Figura 68: Recorte B do ECPL Final do GT3 com exposição da categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Na continuidade, a **glicólise** aparece como fruto da ação do hormônio pancreático e ao mesmo tempo se comporta como ator do qual partem duas setas unidirecionais derivando tanto na **alta geração de ATP** como na **formação de piruvato**. Sequencialmente, surgem os termos **reduz glicólise** e **induz glicogênese** como produtos do excesso de adenosina trifosfato, dessa forma, ao posicionar a formação de ATP tanto como meta de **glicólise** como também enquanto ator que resulta na redução dessa mesma via e na ativação do armazenamento de glicose sob a forma de glicogênio, os licenciandos evidenciam a retroalimentação negativa existente entre estes eventos, o que configura um mecanismo essencial para a manutenção da homeostase do organismo. Ademais, elucidam que a glicólise e

glicogênese ocorrem no fígado e músculo, adicionando para isto uma imagem que ilustra estes órgãos e uma mitocôndria, organela intimamente atrelada à respiração celular e conseqüentemente aos processos de obtenção de energia.

Ainda no recorte B do esquema (Figura 68) o aumento na **geração de ATP** aparece como produto da degradação da glicose, mas devido à ausência de vetores/setas não fica evidente a relação existente entre este aumento e conceitos situados logo ao lado como **piruvato**, **Acetil-CoA** e **Ciclo de Krebs**.

Dessa forma, encontramos o **piruvato** como sendo também um dos produtos da **glicólise**, e resultando na geração de um novo composto, o **Acetil-CoA**, do qual saem duas setas unidirecionais: uma voltada ao **Ciclo de Krebs** e outra destinada à **biossíntese de ácidos graxos** que, conforme, a opinião dos estudantes acarretará no **aumento de tamanho dos adipócitos**, desenvolvimento de **obesidade** e **diminuição de autoestima**. Esses eventos encontram-se todos conectados por vetores unidirecionais e apresentam-se com um certo determinismo, haja vista que o aumento de peso não necessariamente implicará na diminuição de autoestima, por exemplo, que é um valor multifatorial, isto é, que se constrói sob a influência de múltiplos fatores.

Outro ponto que vale a pena destacar é que o grupo poderia ter se aprofundado mais na exposição das vias envolvidas na obtenção de energia, uma vez que abordam apenas até o Ciclo de Krebs, sem citar a fosforilação oxidativa, que consiste na etapa final do processo da respiração celular e é também responsável pela maior parte do saldo energético obtido.

Na outra margem do esquema também é encontrado um desencadear de eventos que se encaixa na *categoria representacional narrativa de ação* e que tem início a partir do ator **padrões estéticos**, do qual partem três setas unidirecionais apontadas para as metas **autoestima**, **low carb**, **alimentação balanceada** e **atividade física**. No tocante à isto, é válido ressaltar que a relação entre padrões estéticos e autoestima localiza-se representada por duas setas unidirecionais recíprocas, isto é, ambos comportam-se simultaneamente como atores e metas, conforme os princípios da Gramática do Design Visual (Figura 69).

Figura 69: Recorte C do ECPL Final do GT3 ilustrando categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Seguindo com a leitura do ECPL, visualiza-se que os licenciandos mantiveram a compreensão apresentada no esquema inicial, que mediante a pressão causada pelo padrão estético o indivíduo tem dois caminhos/percursos a serem seguidos: 1) a conciliação entre **alimentação balanceada** e **atividade física**, que na percepção dos estudantes, conduziriam ao **emagrecimento**; 2) adoção de **dietas low carb** que resultaria no aparecimento do **efeito sanfona**. É evidente que apesar do raciocínio se manter, o ECPL final apresenta um maior aprofundamento, haja vista a presença de conceitos anteriormente não apresentados como: **glicogenólise** e **corpos cetônicos**.

O arranjo dos elementos no esquema pode inicialmente dar a entender ao leitor que a via da **glicogenólise** consome **corpos cetônicos**, uma vez que os estudantes posicionaram este último termo como meta do primeiro, contudo, ao analisar a fala dos autores do esquema compreendemos que, na verdade, eles pretenderam sinalizar que ambos consistem em processos resultantes da restrição de carboidratos

Então, atualmente tem se disseminado muito a questão das dietas *low carb*, através da qual você vai ter durante um longo período de jejum e uma baixa ingestão de calorias, e logo, um consumo muito grande de proteínas, aí esse processo desencadeia a via metabólica da glicogênese, a partir do qual o corpo vai buscar recursos para manter o seu funcionamento, então aí tem a questão dos corpos cetônicos e

após isso vai quebrar/utilizar, através dos corpos cetônicos, a gordura que está estocada então isso vai gerar um emagrecimento rápido.

Essa dificuldade em posicionar os elementos de maneira mais alinhada com aquilo que, de fato, pretende-se pontuar pode estar associada à pouca familiaridade do grupo com a construção de esquemas conceituais em *parking lot*.

Na continuidade, o grupo assinala que o emagrecimento rápido obtido por meio da restrição de carboidratos conduz ao desenvolvimento de transtornos alimentares que, por sua vez, coaduna no efeito sanfona. Essa configura uma visão simplista e linear desses eventos, haja vista a variedade de transtornos alimentares existentes, que não se resumem à apenas compulsão alimentar e por esse motivo não necessariamente implicam no ganho de massa corporal.

De modo geral, todas as imagens utilizadas pelo grupo encontram-se alinhadas com os termos/conceitos que ilustram, com exceção da figura que retrata os sistemas do corpo humano e que localiza-se juntamente ao termo **cultura**, sem que haja qualquer elucidação da relação entre esses componentes visuais.

Em síntese, o ECPL final assim como o inicial apresenta unicamente a presença da *categoria representacional narrativa de ação* da Gramática do Design Visual, sendo esta uma característica marcante desse grupo de trabalho, conforme podemos visualizar na figura 70.

Figura 70: Destaques da categoria representacional no ECPL Final do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Com relação à *categoria composicional* da GDV, voltaremos inicialmente o olhar para os *valores de informação* presentes no esquema. Dessa forma, nessa construção conceitual o *Dado* consiste na explanação das consequências da propagação de padrões de consumo através das redes sociais, partindo dos aspectos macroscópicos e afunilando até chegar as repercussões metabólicas. Já o *Novo* caracteriza-se pela apresentação dos caminhos a serem seguidos pelo indivíduo mediante a pressão social de pertencimento à um padrão estético, que já haviam sido também mencionados no esquema inicial, mas que surgem nesse último ECPL com maior aprofundamento do conteúdo específico (Figura 71).

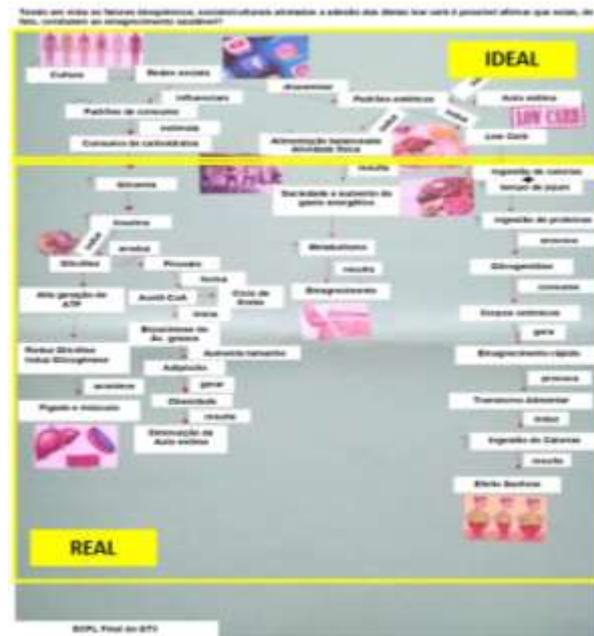
Figura 71: Dado e Novo ECPL Final do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Dando prosseguimento à leitura do esquema, encontramos como elementos *Ideais* àqueles atrelados aos aspectos sociais que coadunam para a adesão ou não de dietas com restrição de carboidratos, e que justamente por estarem intimamente ligados ao contexto social são mais variáveis/menos precisos. Enquanto os *Reais* consistem nos conceitos mais específicos da bioquímica, caracterizando assim, como informações mais práticas/precisas, como podemos visualizar na figura 72.

Figura 72: Ideal e Real do ECPL Final do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Na sequência, verificamos que todas as informações contidas no esquema encontram-se proporcionalmente distribuídas, sem que haja a presença de *elementos marginais*. De maneira que todos os conceitos expostos enquadram-se no *núcleo de informação*, isto é, possuem o mesmo grau de relevância segundo a percepção dos autores (Figura 73).

Figura 73: Núcleo de Informação do ECPL Final do GT3



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

No que se refere às demais subcategorias da categoria composicional, nesse ECPL não foi atribuído destaque a nenhum conceito e/ou termo específico, portanto não há a presença de *Saliência*. Também não foi encontrado nenhum elemento como linhas divisórias, coloração diferenciada e/ou qualquer tipo de recurso visual de *Enquadramento*.

De maneira geral, esse grupo de trabalho apresenta uma maior facilidade e/ou preferência em narrar eventos/processos bioquímicos do que em conceitua-los e classifica-los. Nesse sentido, apesar do esquema final seguir a mesma linha de raciocínio do inicial é visível um maior aprofundamento conceitual neste último, com a inclusão de conceitos como glicólise, glicogênese, ciclo de Krebs, biossíntese de ácidos graxos, formação de corpos cetônicos, entre outros.

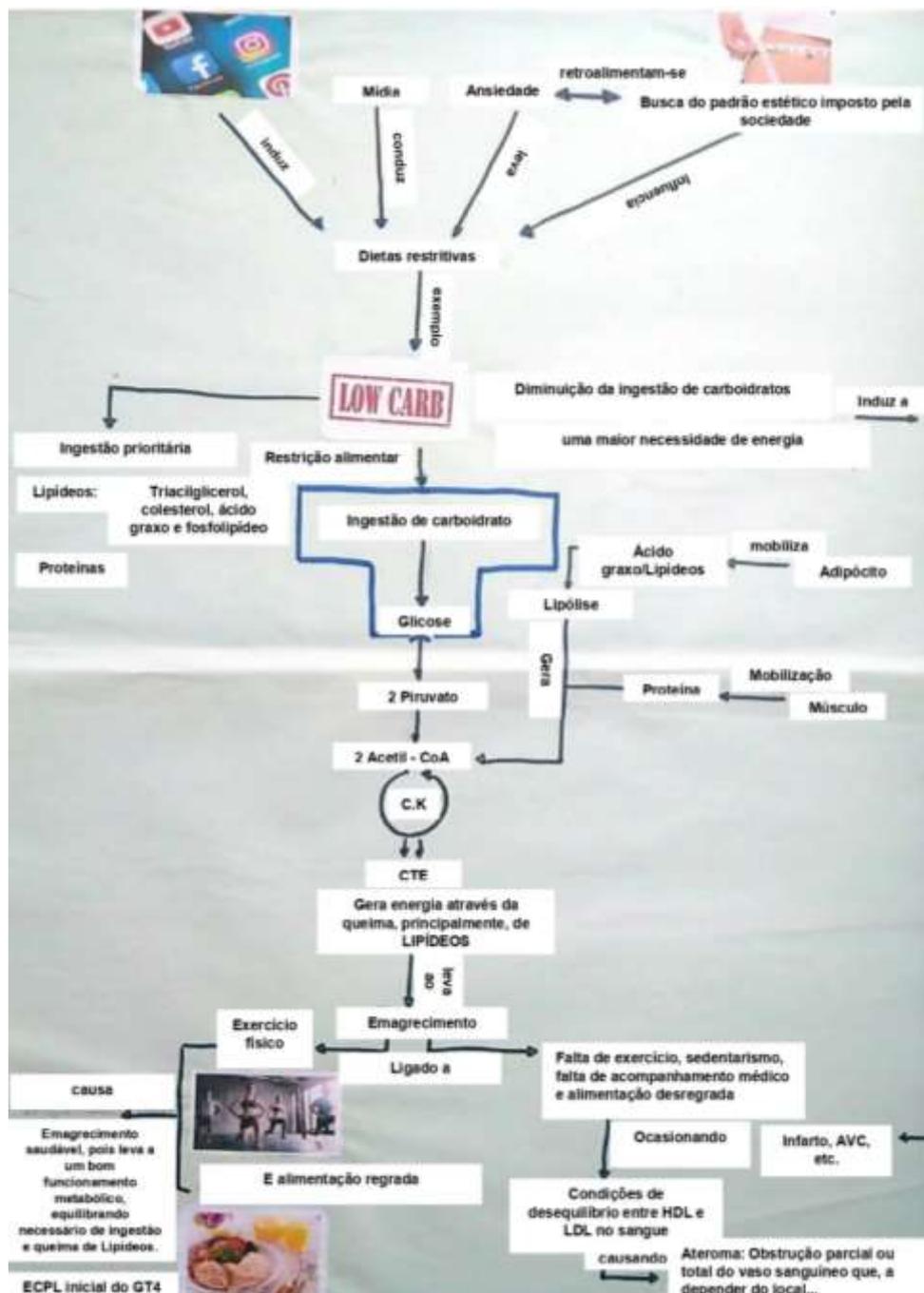
Ademais, apesar dos vetores continuarem sendo unidirecionais e o esquema final apresentar assim como o inicial características cartesianas, é perceptível uma compreensão mais integrada dos processos quando os licenciandos: 1) apontam a retroalimentação negativa existente entre a alta disponibilidade de ATP promovida pela glicólise e que tem como consequência a diminuição da própria degradação de glicose e indução da glicogênese; 2) a apresentação do Acetil-CoA como intermediário tanto do Ciclo de Krebs como da biossíntese de ácidos graxos.

5.1.4 ESQUEMAS CONCEITUAIS DO GRUPO DE TRABALHO 4

Ao voltar o olhar para o esquema conceitual em *parking lot* que mapeou os conhecimentos prévios dos licenciandos do GT4, notabiliza-se que as **dietas restritivas** foram posicionadas como uma meta oriunda da ação de múltiplos atores, sendo eles: as redes sociais (representadas por uma imagem), **mídia**, **ansiedade** e **busca do padrão estético imposto pela sociedade** (Figura 74).

Dessa forma, o ECPL tem início com a exposição/narração de um evento: a restrição no consumo de hidratos de carbono decorrente da influência de aspectos sociais, por conseguinte, a primeira categoria da Gramática do Design Visual encontrada nessa construção conceitual é a *representacional narrativa de ação*, conforme pode ser visualizado no recorte A do esquema (Figura 75).

Figura 74: ECPL Inicial do GT4

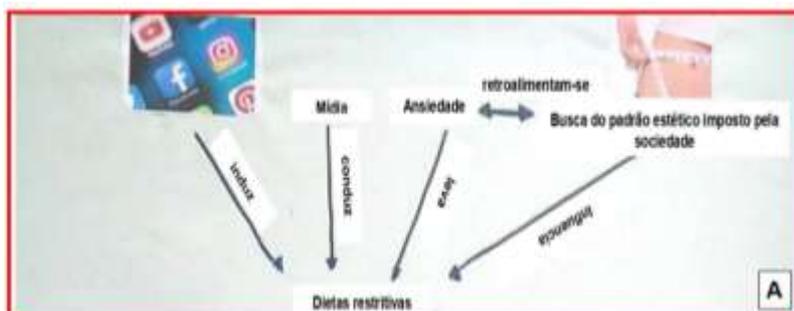


Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Conforme previamente mencionado, no recorte A do esquema a meta **dietas restritivas** aparece como resultado da ação de diversos atores, dos quais partem exclusivamente setas unidirecionais, de modo a deixar evidente que as ações fluem em um único sentido/direção. Contudo, ainda neste recorte do ECPL é possível visualizar que os licenciandos optaram por interligar os elementos **ansiedade** e **busca do padrão estético imposto pela sociedade** por meio de uma seta bidirecional, ao fazerem esta escolha eles consequentemente estabelecem uma relação recíproca

entre estes elementos, de maneira que ambos passam a atuar simultaneamente como atores e metas, segundo a GDV. O uso do verbo **retroalimentar** como conectivo que liga esses componentes corrobora para a percepção da interdependência entre eles.

Figura 75: Recorte A do ECPL Inicial do GT4 com exposição da categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Dando prosseguimento à leitura da construção conceitual, no recorte B encontramos uma seta partindo de **dieta restritiva** em direção à uma imagem com o termo **low carb** em destaque. Esta ligação é intermediada pelo conectivo **exemplo**, de maneira que infere-se que os licenciandos pretenderam ressaltar que a alimentação com restrição de carboidratos é apenas um dos tipos de dietas restritivas existentes. Dessa forma, conforme a GDV, estabelece-se uma hierarquização dos elementos em que o *superordenado* são as dietas restritivas e o *subordinado* a low carb, e que enquadra-se assim na *categoria representacional conceitual classificacional* (figura 76).

Figura 76: Recorte B do ECPL Inicial do GT4 com categoria representacional conceitual classificacional



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Na continuidade, observa-se no recorte C do ECPL que do termo **low carb** (retratado por uma imagem) sai uma seta em direção à **ingestão prioritária**, da qual não é emitida nenhum vetor, mas em decorrência da proximidade espacial, compreende-se que esse consumo preferencial se refere à **lipídeos** e **proteínas**, uma

vez que estas palavras localizam-se logo abaixo. Dessa forma, infere-se que os discentes quiseram pontuar que a alimentação com restrição de hidratos de carbono pressupõe a priorização da ingestão de gorduras e proteínas, sendo esta uma característica desse tipo de dieta, conseqüentemente, denota-se a presença da *categoria representacional conceitual analítica* nesse trecho do esquema (Figura 77).

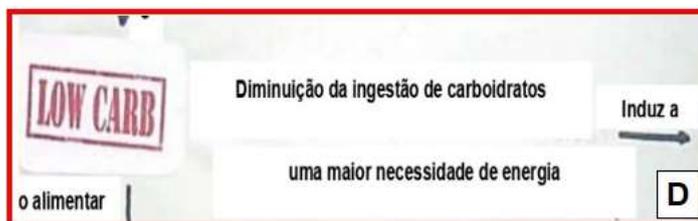
Figura 77: Recorte C do ECPL Inicial do GT4 com categoria representacional conceitual analítica



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Na sequência, ao lado direito do termo **low carb** encontramos a *categoria representacional narrativa de ação* da GDV representada pelo ator **diminuição da ingestão de carboidratos** e pela meta **uma maior necessidade de energia**. Esse arranjo corrobora para a inferência de que, na percepção dos licenciandos, a restrição no consumo de glicídios resulta numa crescente demanda de energia por parte do organismo. Apesar desses elementos estarem posicionados espacialmente próximos à imagem que traz o termo **low carb** em destaque o GT não adicionou nenhum vetor/seta conectando estes elementos (Figura 78).

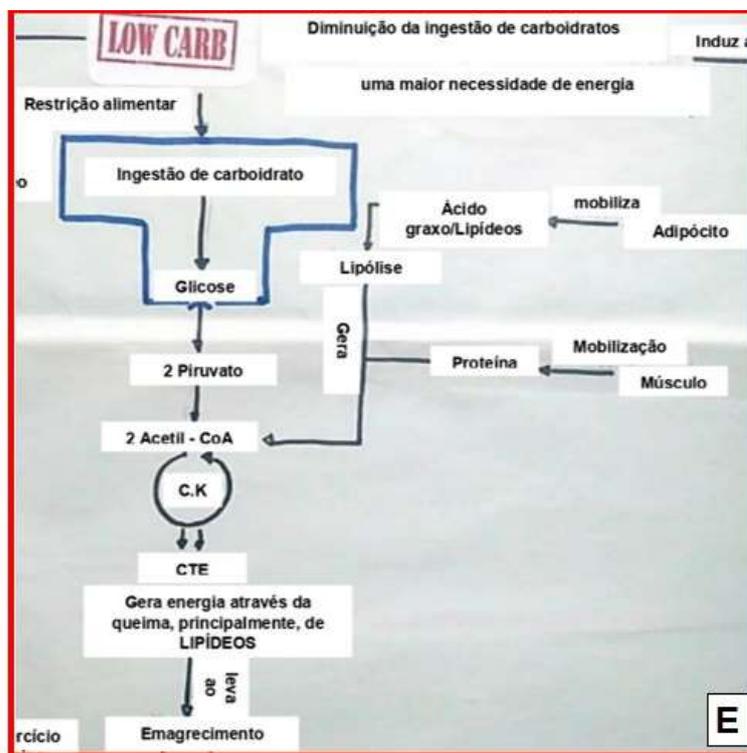
Figura 78: Recorte D do ECPL Inicial do GT4 com categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Ainda do termo **low carb** parte um desenrolar central de eventos bioquímicos que por fim coadunam na meta **emagrecimento**. Assim, estabelece-se que este recorte do esquema pertence à *categoria representacional narrativa de ação* da Gramática do Design Visual (Figura 79).

Figura 79: Recorte E do ECPL Inicial do GT4 com categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Como é viável constatar no recorte E (Figura 79) do ator **low carb** sai uma seta unidirecional que o interliga à meta **ingestão de carboidratos** com o auxílio do conectivo **restrição alimentar**, dando a entender que a adesão a esse tipo de dieta repercute no consumo de hidratos de carbono. A seguir é retratado o caminho que a **glicose**, enquanto produto da **ingestão de carboidratos**, percorre no organismo para a geração de energia perpassando pela formação de **2 piruvatos**, **2 moléculas de Acetil- CoA** e pelo **CK** e **CTE**.

Além desse percurso central, ainda no recorte E (Figura 79) é possível localizar lateralmente a exposição de dois eventos que também resultam na formação da Coenzima A. Dessa forma, do ator **adipócito** parte uma seta que o integra à meta **ácidos graxos/lipídeos** com o apoio do verbo **mobiliza**. Na sequência a **lipólise** é colocada como fruto dessa mobilização, ao mesmo passo em que se comporta como ator ao emitir um vetor em direção à **Acetil-CoA**. De maneira semelhante, do ator **músculo** sai uma seta em direção à meta **proteína**, da qual parte um outro vetor rumo à **Acetil-CoA**. Em suma, infere-se que os licenciandos tencionaram pontuar que tanto os adipócitos como os músculos são capazes de movimentar suas reservas para a produção do intermediário Coenzima A que uma vez formado seguirá na rota do Ciclo

de Krebs e da Cadeia transportadora de elétrons a fim de viabilizar a obtenção de ATP para o organismo.

Assim, seja por meio da via glicolítica ou resultante da mobilização de lipídeos e proteínas, a coenzima A atuará como intermediário do CK e da CTE. A esse respeito, os discentes elucidam que em casos de restrição de carboidratos, os lipídeos assumem o papel de principal macromolécula envolvida na obtenção de energia e fazem isto ao posicionar logo abaixo do termo **CTE** a afirmação “gera energia através da queima, principalmente, de lipídeos”, da qual sai uma seta voltada para a meta **emagrecimento**. Dando a entender que a perda de massa corporal promovida pelas dietas com diminuição na ingestão de glicídios é majoritariamente proveniente da mobilização de gordura.

Na sequência, no recorte F do esquema notabiliza-se que do ator **emagrecimento** saem duas setas unidirecionais, a partir das quais são retratados dois possíveis caminhos a serem seguidos pelo indivíduo perante a perda de massa corporal obtida mediante a realização da dieta *low carb*, conforme a percepção dos licenciandos, são eles: 1) quando associado ao **exercício físico** e a **alimentação regrada** resulta em um **emagrecimento saudável**, pois leva à **um bom funcionamento metabólico, equilibrando o necessário de ingestão e queima de lipídeos**; 2) quando ligado à **falta de exercício/sedentarismo**, **falta de acompanhamento médico** e à **alimentação desregrada** ocasiona **condições de desequilíbrio entre HDL e LDL no sangue** causando **obstrução parcial ou total do vaso sanguíneo que a depender do local pode resultar em infarto/AVC** (Figura 80).

Assim, denota-se a presença da *categoria representacional narrativa de ação* no recorte F do esquema, uma vez que são narrados/expostos eventos decorrentes do estilo de vida do indivíduo. No que se refere a isto, apesar de todos os atores e metas encontrarem-se unicamente interligados por vetores unidirecionais, os discentes apresentam uma percepção sistêmica, haja vista que transitam com facilidade entre os aspectos macroscópicos e microscópicos associados à essa questão do emagrecimento (Figura 80).

Figura 80: Recorte F do ECPL Inicial do GT4 retratando categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

No que concerne à categoria representacional da GDV, apesar da maioria dos recortes desse esquema inicial enquadrarem-se na subcategoria *narrativa de ação*, há também a presença da *conceitual classificacional* e da *conceitual analítica*, como é possível visualizar na figura 81, que reúne os destaques da categoria representacional nessa primeira construção conceitual do GT4.

Figura 81: Destaques da categoria representacional no ECPL Inicial do GT4

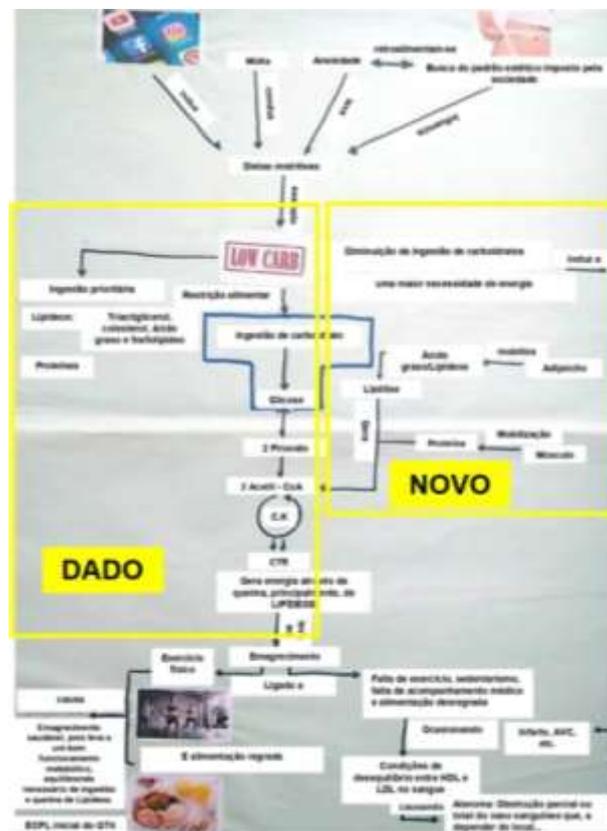


Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

No tocante à *categoria composicional* da Gramática do Design Visual, lançaremos agora o olhar para os *valores de informação* encontrados no esquema. Dessa forma, seguindo o sentido de leitura da cultura ocidental e os princípios da GDV, os elementos considerados pertencentes ao *Dado*, isto é, aqueles que se localizam há mais tempo na estrutura cognitiva dos discentes são os atrelados à

própria definição da dieta com restrição de carboidratos e à via glicolítica, em consonância com o que retrata a figura 82.

Figura 82: Dado e Novo do ECPL Inicial do GT4



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

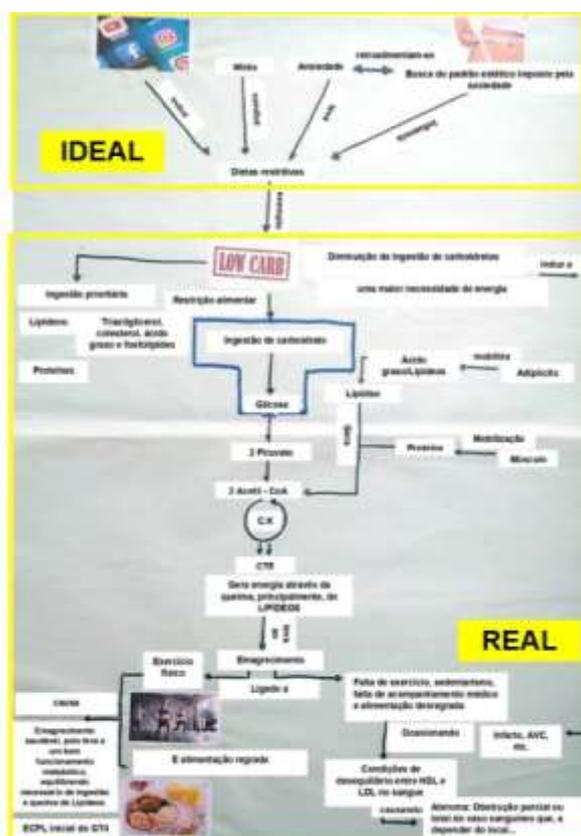
Por se tratar de um esquema de mapeamento de conhecimentos prévios aplicado antes da sequência didática destinada a tratar a questão do emagrecimento por meio das dietas com restrição de carboidratos, conclui-se que a familiaridade com o conceito de *low carb* é decorrente da própria vivência dos estudantes. Já a exposição da via glicolítica pode estar atrelada às experiências escolares anteriores dos estudantes, haja vista que este é um conceito estudado no ensino médio e exigido em vestibulares, como também pode estar atrelado às aulas sobre o metabolismo de carboidratos ministradas durante a disciplina de bioquímica dos sistemas e que antecederam a construção do ECPL.

Na continuidade, verifica-se que o *Novo* consiste no conceito de gliconeogênese, isto é da mobilização de moléculas não-glicídicas para a obtenção de energia. Conforme a GDV, uma vez que localiza-se à margem direita da estrutura

visual, esta configura uma percepção mais recentemente aprendida pelos discentes e que, portanto, eles pretendem apresentar com mais afinco ao leitor (Figura 82)

Ainda com relação aos *valores de informação*, constata-se que aspectos socioculturais (macroscópicos), tais como o uso das **redes** e **mídias** sociais, **ansiedade** e **busca pelo pertencimento ao padrão estético** encontram-se localizados na região superior do esquema, de modo que consistem segundo a GDV no *Ideal*, em outras palavras, nos elementos menos palpáveis/mais abstratos (Figura 83).

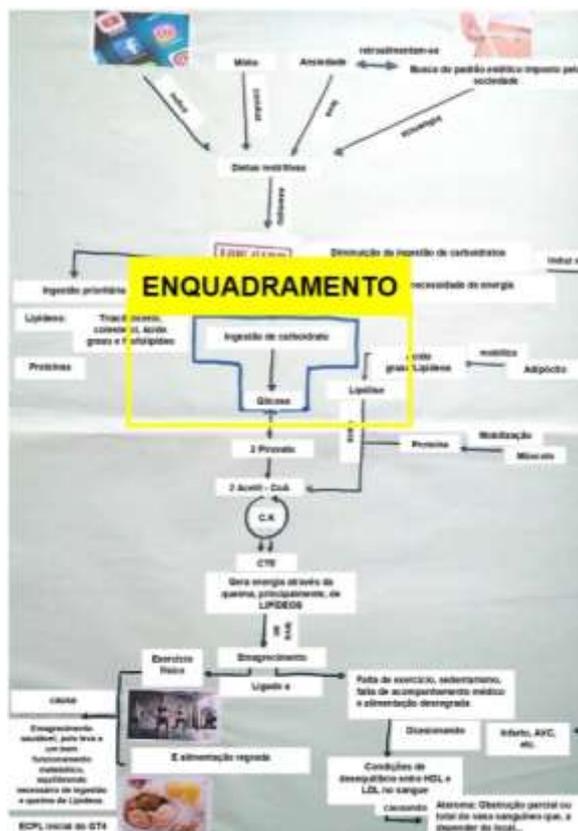
Figura 83: Ideal e Real do ECPL Inicial do GT4



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Por outro lado, o *Real* é concomitantemente constituído pela exposição dos processos bioquímicos subsequentes à adesão às dietas *low carb* e pela associação desses eventos com o estilo de vida do indivíduo (**prática de exercício físico, acompanhamento médico, alimentação regrada**), de modo que os licenciandos transitam com facilidade entre aspectos micro e macroscópicos.

Ainda concernente aos *valores de informação*, o elemento central consiste na apresentação do percurso bioquímico responsável pelo emagrecimento obtido a partir



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

De modo geral, por se tratar de um ECPL de mapeamento de conhecimentos prévios à aplicação da sequência didática acerca do emagrecimento por meio de dietas *low carb* e seus impactos no metabolismo humano, o esquema encontra-se plenamente constituído por conceitos atrelados ao metabolismo de carboidratos, tema anteriormente estudado na disciplina, contudo, sem muito aprofundamento conceitual, apenas com a retratação básica dos principais eventos, tais como a via glicolítica e a gliconeogênese.

Porém, para além da exposição da glicólise, gliconeogênese, Ciclo de Krebs e Cadeia transportadora de elétrons os discentes trazem a conceituação de aterosclerose, que a princípio pode parecer não ter conexão com o anabolismo e catabolismo de glicídios, mas que pode sim surgir como consequência do aumento na ingestão de lipídios em indivíduos adeptos das dietas com restrição de carboidratos e que não empregam o devido cuidado com o tipo de gordura que passam a consumir. Essa relação que os licenciandos estabelecem entre os hábitos adotados pelo sujeito mediante o alcance do emagrecimento e as consequências metabólicas dos mesmos, denota que eles apresentam uma visão integrada a respeito do tema.

Realizada a análise detalhada do ECPL inicial do GT4, voltaremos agora o olhar para o esquema final, atentando verificar se foi conferido aprofundamento conceitual às concepções expostas, bem como preocupando-se com a presença de lacunas e equívocos conceituais.

Figura 86: ECPL Final do GT4



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Logo na margem superior do esquema, percebe-se que os licenciandos fazem referência ao documentário “Por que as dietas dão errado?” disponível na plataforma de *streaming Netflix* e sinalizam: “se as dietas não forem mantidas não são eficazes”, uma perspectiva que é proveniente da obra visual citada por eles e que repercute na estrutura do ECPL, o qual não apresenta as dietas com restrição de carboidratos como algo simplesmente bom ou ruim, mas sim como uma escolha cujos efeitos dependem dos hábitos individuais adotados (Figura 86).

Na sequência, outro aspecto que facilmente se identifica nesse ECPL é a manutenção do posicionamento das **dietas restritivas** como fruto da ação de múltiplos fatores. Assim como no esquema inicial, reconhece-se inicialmente a presença da *categoria representacional narrativa de ação* com os atores **redes sociais, mídia, ansiedade e padrão social** coadunando na meta **dietas restritivas** (Figura 87).

Figura 87: Recorte A do ECPL Final do GT4 com exposição da categoria representacional narrativa de ação



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Embora a representação narrativa de ação retratada na figura 87 seja muito similar àquela encontrada no esquema inicial deste grupo de trabalho, notabiliza-se que: 1) Enquanto no primeiro ECPL os licenciandos utilizaram um vetor bidirecional ao estabelecer uma relação entre **ansiedade** e **padrão estético**, dando a entender que a ação flui nos dois sentidos, de modo que ambos os componentes são ao mesmo tempo atores e metas, neste último esquema optaram por utilizar uma seta unidirecional ao conectar os mesmos elementos, conferindo ao leitor a impressão de que a ansiedade resulta na busca pelo pertencimento ao padrão, mas que o reverso não acontece; 2) A meta **dietas restritivas** recebeu o complemento **para**

adipócito, isto é, ao optar por esta configuração os autores do esquema expressam que a obtenção dessa macromolécula pode ser oriunda tanto da alimentação como da mobilização da reserva energética presente nas células do tecido adiposo.

Ademais, situados bem próximos a **lipídeos** localizam-se **colesterol, TAG/AG** e **fosfolipídios**, que consistem na exemplificação dos tipos de gordura que os licenciandos acreditam que devem ser consumidos pelos adeptos às dietas com restrição de hidratos de carbono, conforme visualiza-se na fala a seguir: “Dessa forma, a dieta *low carb* vai ser totalmente ligada à ingestão de proteínas e a de lipídios para a geração de energia. Acontece então a ingestão de lipídeos que são TAG, AG e fosfolipídios e também existe a mobilização desse estoque dos adipócitos para fazer lipídios” (Autores do ECPL).

É válido notar que ao mesmo passo em que os elementos **proteínas** e **lipídeos** se comportam como metas dos atores **ingestão** e **low carb**, também atuam ativamente ao destinar setas/vetores que dão início à exposição de eventos metabólicos, como **gliconeogênese** e **lipólise**. Isto posto, tem-se partindo do ator **proteínas** uma seta unidirecional rumo à meta **piruvato**, que por sua vez, destina um vetor à **Acetil-CoA**, assim, conclui-se que a degradação da molécula proteica formará o intermediário piruvato e por conseguinte a Acetil-Coenzima A.

Já do ator **lipídeos** parte uma seta unidirecional em sentido à meta **triglicerídeos**, da qual saem dois vetores também unidirecionais, um que coaduna na meta **glicerol** e outro no alvo **3AG**. Ao lado dessa representação encontra-se o termo **lipólise** que consiste justamente nesse processo de degradação da molécula lipídica gerando glicerol e ácido graxo. A esse respeito visualiza-se que a **lipólise** foi situada como uma meta proveniente da ação da **epinefrina e glucagon**, e de fato, a via lipolítica é estimulada por estes hormônios.

Assim, a partir do ator **3AG** sai um vetor em direção à **tecidos**, do qual parte uma seta rumo à **mitocôndria**, que por fim emite um vetor que se conecta à meta **beta-oxidação de ácidos graxos**. Tem-se, dessa forma, a representação do percurso traçado pelas moléculas de AG provenientes da lipólise. Contudo, na continuidade os licenciandos cometem um equívoco ao posicionar o **piruvato** como meta do ator **beta-oxidação de ácidos graxos**, uma vez que essa via metabólica tem como produtos as moléculas NADH, FADH e Acetil-Coenzima A, e não o piruvato.

organismo passa a recorrer à mobilização das reservas energéticas para a obtenção de energia (COX, 2014).

Ademais ainda no recorte B (Figura 88), notabiliza-se que apesar da utilização quase que exclusiva de vetores unidirecionais, os autores apresentam uma percepção integrada a respeito das vias metabólicas retratadas, e é possível verificar isto ao lançar o olhar sobre o ator **piruvato**, que só nesse fragmento do esquema aparece quatro vezes, como resultante da degradação de **proteínas**, da **gliconeogênese**, da **glicólise**, e por fim equivocadamente posicionado como fruto da **beta-oxidação de ácidos graxos**. Porém, em todas essas ocasiões emite um vetor em direção à meta **Acetil-CoA**, que configura-se assim como decorrente de causalidade multifatorial.

Apesar de se comportar como meta, o **Acetil-CoA** também se apresenta como ator, cuja uma das ações apresenta como efeito à ida para o **CK** e por conseguinte para a **CTE**, resultando por fim na formação de **ATP** e **ADP**, tem-se assim, retratado o percurso que a Acetil-Coenzima A segue para possibilitar o fornecimento de energia sob a forma de adenosina trifosfato.

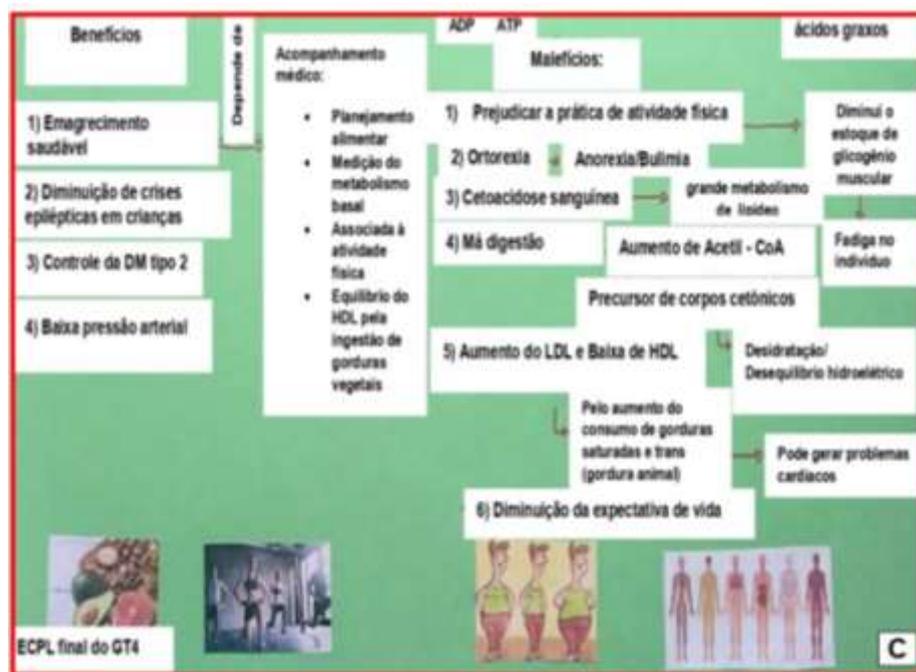
Ainda com o olhar voltado para o **Acetil-CoA** visualiza-se que esse ator emite também um vetor em direção a assertiva: “**em grande quantidade forma corpos cetônicos**”, dessa maneira, os licenciandos representam a Acetil-Coenzima A como um elemento que pode sim ser obtido através de moléculas não-glicídicas e corroborar para a obtenção de ATP, mas concomitantemente sinalizam que o prolongamento na restrição no consumo de hidratos de carbono pode conduzir ao acúmulo da coenzima em questão e conseqüentemente de **corpos cetônicos**. Percepção que é ratificada na fala dos autores

Esse Acetil-CoA vai pro Ciclo de Krebs, vai pra cadeia transportadora de elétrons pra formar ATP, sendo que com muita adição de Acetil-CoA no organismo gera corpos cetônicos que em grande quantidade pode gerar cetoacidose (...)a cetoacidose sanguínea que pode causar desidratação (AUTORES DO ECPL).

De fato, a **cetoacidose**, isto é, a diminuição do pH sanguíneo aparece como consequência do excesso de **corpos cetônicos** no organismo, que por sua vez, é proveniente do crescimento da **lipólise** e **beta-oxidação de ácidos graxos** (COX, 2014). Na sequência, após retratar as vias metabólicas que são estimuladas perante a restrição no consumo de carboidratos, os licenciandos apresentam os **benefícios** e

malefícios decorrentes da adesão desse tipo de dieta, conforme é possível visualizar no recorte C do esquema (Figura 89).

Figura 89: Recorte C do ECPL Final do GT4 enquadrado na categoria representacional conceitual classificacional



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

No recorte C do ECPL visualiza-se a presença da *categoria representacional conceitual classificacional* da GDV, pois os elementos são organizados de maneira hierárquica. Assim, **emagrecimento saudável, diminuição de crises epilépticas em crianças, controle da diabetes mellitus tipo 2 e baixa da pressão arterial** foram elencados como *subordinados* do *superordenado* **benefícios**.

É importante atentar para a presença de um vetor que une os subordinados de **benefícios** à um outro superordenado estabelecido pelos licenciandos: o **acompanhamento médico**, que engloba **planejamento alimentar, medição do metabolismo basal, associação à atividade física, equilíbrio do HDL pela ingestão de gorduras vegetais**. A esse respeito, verifica-se que a união entre as consequências positivas da dieta *low carb* e o acompanhamento médico é feita por meio do conectivo *depende*, o que ressalta a relação de interdependência existente entre estes elementos (Figura 89).

Ainda no recorte C, encontra-se o *superordenado* **malefícios**, que é constituído pelos *subordinados*: 1) **Prejudicar a prática de atividade física**; 2) **Ortorexia**; 3)

Cetoacidose sanguínea; 4) Má digestão; 5) Aumento do LDL e baixa do HDL e 6) Diminuição da expectativa de vida. Cada um desses subordinados é acompanhado por um vetor que os conecta à uma breve justificativa, assim, os licenciandos pontuam que a **prática de exercício físico** é prejudicada em indivíduos adeptos das dietas *low carb* devido à **diminuição do estoque do glicogênio muscular** que, segundo os autores do ECPL, causaria **fadiga** no sujeito. Com relação a isto, a restrição na ingestão de carboidratos, de fato, induz a mobilização das reservas energéticas, incluindo do glicogênio, e se prolongada pode sim conduzir à fadiga muscular e impactar na prática de atividade física.

Na sequência, observa-se que do elemento **ortorexia** sai uma seta em direção à **anorexia/bulimia**. O distúrbio ortoréxico é definido por Sánchez et al. (2007) como preocupação excessiva com alimentação saudável, e que perpassa pela busca incessante de alimentos “puros”, livres de quaisquer aditivos artificiais. Assim, ao emitir um vetor partindo do ator **ortorexia** em direção à meta **anorexia/bulimia**, os licenciandos estão, não justificando o porquê o distúrbio em questão é uma consequência negativa da adesão às dietas com restrição de hidratos de carbono, mas sim estabelecendo uma ideia de ação, em que o excesso de preocupação com a origem dos alimentos pode resultar no surgimento dos transtornos alimentares supracitados.

Dessa forma, esse trecho do esquema enquadra-se simultaneamente nas *categorias representacional conceitual classificacional e representacional narrativa de ação*, pois ao mesmo passo em que a **ortorexia** é apresentada como subordinada do superordenado **malefícios**, é exposto também um evento que pode surgir como consequência dela.

Na continuidade, notabiliza-se que do elemento **cetoacidose sanguínea** parte uma seta em direção à **grande metabolismo de lipídeos**, essa representação poderia a priori conceder ao leitor a compreensão de que o quadro clínico de diminuição do pH sanguíneo resulta no aumento do anabolismo e catabolismo de moléculas lipídicas, contudo, ao observar o entorno se encontra os seguintes componentes: **aumento de Acetil-CoA, precursor de corpos cetônicos, desidratação/desequilíbrio hidroelétrico**, que coadunam para percepção de que os autores do esquema tencionaram, na verdade, explicar como surge o quadro de **cetoacidose sanguínea**, assim, tem-se aqui também uma parte do recorte C que se

encaixa tanto *categoria representacional conceitual classificacional* como na *representacional narrativa de ação*, pois não só a **cetoacidose sanguínea** constitui um subordinado do superordenado **malefícios**, como também são retratados os eventos que resultam no aparecimento desse quadro clínico.

Com relação à isto, é possível encontrar outra sobreposição entre as *categorias representacional conceitual classificacional* e a *representacional narrativa de ação* ao voltar o olhar para o termo **aumento do LDL e baixa do HDL**, que é listado como um dos **malefícios** decorrentes da adesão às dietas *low carb (subordinado)*, e do qual sai um vetor unidirecional em direção à assertiva “**pelo aumento do consumo de gorduras saturadas e trans (gordura animal)**”, a qual constitui uma justificativa, isto é, a explicação do porquê haveria um crescimento na taxa de LDL e um decréscimo de HDL.

Contudo, apesar de as dietas com restrição de carboidratos preconizarem a ingestão preferencial de lipídeos e proteínas, não há a obrigatoriedade de que a gordura ingerida seja de origem animal, logo, não necessariamente a diminuição no consumo de glicídios implicaria no aumento das lipoproteínas de baixa densidade (*Low Density Lipoproteins- LDL*) e redução das lipoproteínas de alta densidade (*High Density Lipoproteins –HDL*).

Considerando que todo o recorte C encontra-se enquadrado na *categoria representacional conceitual classificacional*, mas que há em alguns trechos que pertencem também simultaneamente à *categoria representacional narrativa de ação*, elaboramos a figura 90 com o intuito de facilitar a percepção da sobreposição existente entre elas.

No que concerne à *categoria composicional* da GDV, voltaremos inicialmente o olhar para os *valores de informação*. Assim, verifica-se que a configuração do ECPL final é bem similar à do inicial, com concentração da maior parte dos conceitos tangentes ao metabolismo de carboidratos (**Glicólise, Ciclo de Krebs, Cadeia transportadora de elétrons**) na margem esquerda da estrutura visual, isto é, comportando-se como elemento *Dado*, e retratação de vias alternativas de obtenção de glicose na margem direita, assumindo dessa forma o posto de *Novo*, ou seja, de informação mais recentemente aprendida (Figura 92).

Figura 92: Dado e Novo do ECPL Final do GT4



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Contudo, vale ressaltar que neste ECPL final, além de serem apresentados conceitos como **beta-oxidação de ácidos graxos** e **lipogênese**, que não são mencionados no esquema inicial, é atribuído também um maior aprofundamento às vias expostas, com maior detalhamento dos intermediários envolvidos e citação até dos hormônios que as regulam, temas que foram estudados ao longo da sequência didática a respeito das dietas *low carb* (Figura 92).

Ainda a respeito dos *valores de informação* presentes no ECPL verifica-se que, assim como no esquema inicial, na margem superior concentram-se os fatores sociais que levariam a adesão de dietas com restrição de carboidratos e que, nesse sentido, constituem conforme a GDV os elementos *Ideais*, isto é, aqueles de natureza mais abstrata (Figura 93).

Figura 93: Ideal e Real do ECPL Final do GT4



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

Assim, os únicos *elementos marginais* encontrados no esquema são: 1) a citação do documentário “Por que as dietas dão errado?” da plataforma de *streaming Netflix*, o qual os licenciandos utilizaram como referência para a elaboração do esquema; 2) quatro imagens reunidas na margem inferior do ECPL, duas delas (a figura que agrupa oleaginosas e a que exibe uma academia) posicionadas logo abaixo da exposição dos benefícios das dietas *low carb*, e as demais (figura que retrata o efeito sanfona e uma que expõe os sistemas do corpo humano) localizadas com certa proximidade dos malefícios provenientes do mesmo tipo de dieta.

Desse modo, apesar de não haver vetores/setas e nenhum outro tipo de conectivo que ligue diretamente as figuras supracitadas aos superordenados benefícios e malefícios é evidente a conexão que os licenciandos estabelecem entre tais elementos, não só devido à proximidade espacial, mas também porque as imagens ilustram exatamente alguns dos elementos mencionados como bom ou mau resultado advindo da restrição de carboidrato (Figura 94).

No tocante às demais subcategorias da *categoria composicional*, observamos que foi atribuída *saliência* somente ao termo “Bioquímica da *low carb*”, que foi escrito com letras garrafais e assumiu o papel de título do esquema, em outras palavras,

sintetizou a intenção do que os licenciandos pretendiam retratar na construção visual. Ademais, destaca-se que o único *enquadramento* realizado no ECPL agrupa os elementos envolvidos na degradação da glicose (oriunda da alimentação) no intermediário piruvato (Figura 95).

Figura 95: Saliência e Enquadramento presentes no ECPL Final do GT4.



Fonte: Material elaborado pelos licenciandos (Acervo pessoal).

De maneira geral, esse esquema final apresenta uma estrutura muito similar à do inicial: margem superior com exposição das variáveis sociais que corroboram para a adesão de dietas *low carb*, subsequente explanação das rotas metabólicas envolvidas na obtenção de energia em situações de restrição de carboidratos, e por fim apresentação dos resultados positivos e negativos desse tipo de alimentação restritiva. Contudo, apesar da organização ser praticamente a mesma, este último ECPL apresenta maior riqueza de informação, com maior detalhamento das vias anabólicas e catabólicas já apresentados no primeiro esquema, e também adição de novos conceitos como: **beta-oxidação de ácidos graxos, lipogênese, lipólise, cetogênese, regulação hormonal** desses processos, entre outros.

No que tange à GDV, dada a predominância das *categorias representacional narrativa de ação e conceitual classificacional*, infere-se que esse grupo de trabalho possui uma maior facilidade/preferência em narrar eventos/processos bioquímicos e organizá-los de maneira hierárquica, do que em conceituá-los ou analisá-los.

Nesse sentido, os vetores/setas utilizados fluem em direções diversas, indicando uma compreensão mais sistêmica do tema tratado, de modo que, o intermediário Acetil-CoA surge como fruto da ação de múltiplos atores, por exemplo. Outro indicativo dessa percepção menos linear é o fato dos licenciandos não cravarem uma única resposta, definindo a dieta *low carb* como vilã ou salvadora, mas sim optarem por apresentar os benefícios e malefícios decorrentes da associação entre a dieta e os demais hábitos de vida assumidos pelo indivíduo.

5.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO COLETIVA DOS ESQUEMAS CONCEITUAIS EM PARKING LOT

Ao realizar a análise minuciosa dos Esquemas Conceituais em *Parking Lot* foram detectadas características em comum entre esses, as quais serão aqui explanadas e discutidas. No entanto, ressaltamos que este não se trata de um tópico com o intuito de classificar ou elencar *ranking* entre os ECPLS, mas sim de identificar aspectos que eles compartilham entre si, especialmente com relação à Gramática do Design Visual, em busca de assim melhor compreender como essa ferramenta pode ser útil na leitura de esquemas no contexto de ensino de bioquímica.

Na maioria dos esquemas há a predominância de vetores unidirecionais, que são utilizados mesmo quando se trata da representação de bi e/ou multidirecionais. Nesse sentido, ainda que apresentem uma visão mais integrada acerca das vias metabólicas (o que é perceptível ao designarem a Acetil-Coenzima A como meta resultante da ação de diversos atores, por exemplo) os licenciandos possuem dificuldade em organizá-la de maneira mais conectada na estrutura visual.

No que se refere às categorias da Gramática do Design Visual, e mais especificamente à representacional, há na maioria dos ECPLS a prevalência da subcategoria representacional narrativa de ação, o que configura um indício de que os licenciandos possuem maior facilidade e/ou preferência em expor de maneira dinâmica os processos bioquímicos estudados do que em conceituá-los, defini-los e categorizá-los. No tocante a isto, o GT3 se destaca por apresentar unicamente esta subcategoria tanto no ECPL inicial como no final. Acredita-se que essa preponderância da narração de eventos deva-se justamente à dinamicidade das vias metabólicas retratadas.

Se por um lado o terceiro grupo de trabalho ganha evidência por possuir uma única subcategoria da categoria representacional, o GT2 se sobressai por ser o que

apresenta maior diversidade, englobando as subcategorias conceitual analítica, conceitual classificacional, narrativa de ação e narrativa verbal. Contudo, essa variedade se restringe ao ECPL inicial, pois no esquema final aparecem apenas as categorias narrativa de ação e narrativa verbal.

Ainda com relação à categoria representacional, a subcategoria narrativa verbal surge unicamente no ECPL final do GT1 e em ambos os esquemas do GT2. A esse respeito, elucidamos que a GDV orienta que processos narrativos verbais devem estar enquadrados em balões de fala, contudo a gramática em questão ocupa-se da análise de imagens e seus componentes, e não de estruturas multimodais como o fizemos, assim, ampliamos a percepção da presença da categoria narrativa verbal para todos os textos transcritos nos ECPLS e que retratam o processo mental dos licenciandos que o elaboraram.

Na continuidade, observa-se que a categoria conceitual analítica não aparece no ECPL final do segundo e quarto grupo de trabalho, assim como em nenhuma das construções visuais do GT3. Ademais, a categoria conceitual classificacional se faz presente exclusivamente no primeiro esquema do GT2 e nas duas elaborações visuais do GT4.

Agora com o olhar direcionado para a categoria composicional, e mais notadamente para os *valores de informação*, verificou-se que as informações atreladas ao âmbito social/cultural da adesão às dietas com restrição de carboidratos foram majoritariamente elencadas como *Ideal*, isto é, foram consideradas mais abstrata/variáveis, enquanto a exposição dos processos/rotas metabólicas aparecem como *Real*, ou seja, constituem os aspectos mais concretos/sólidos. De fato, o contexto social/cultural presentes nas construções visuais, e que perpassa por temas como uso de redes e mídias sociais, assim como autoestima, transtorno ansioso e alimentar configuram elementos mais subjetivos se comparados aos conceitos bioquímicos.

Ainda com relação aos valores de informação, na maioria dos esquemas o *Dado* foi constituído pelos fatores sociais/culturais, bem como por conceitos associados ao metabolismo de carboidratos, enquanto o *Novo* comportava informações relacionados ao anabolismo e catabolismo de lipídeos, o que já era esperado haja vista que este foi um dos principais conteúdos abordados na sequência

didática que resultou na elaboração dos esquemas aqui analisados, e que portanto, são mais recentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Na sequência, averiguamos que os *elementos marginais* presentes eram, em sua maior parte, legendas, textos explicativos e figuras, já o *núcleo de informação* compreendia as palavras e conceitos-chaves que os licenciandos consideravam essenciais para responder o questionamento proposto. Aqui recebe destaque o ECPL inicial do GT2 que apresenta como núcleo de informação um desencadear de eventos unicamente retratado por imagens, cuja explicação é atribuída aos componentes que a cercam, termos e palavras-chaves que ocupam o espaço de elementos marginais mas que clarificam aquilo que se retratou no centro da estrutura visual. Os esquemas do GT3, tanto o inicial como o final, também se sobressaem pois não apresentam distinção clara entre elementos marginais e o centro da informação, de maneira que, tudo que neles foi exposto é considerado parte integrante do núcleo de informação.

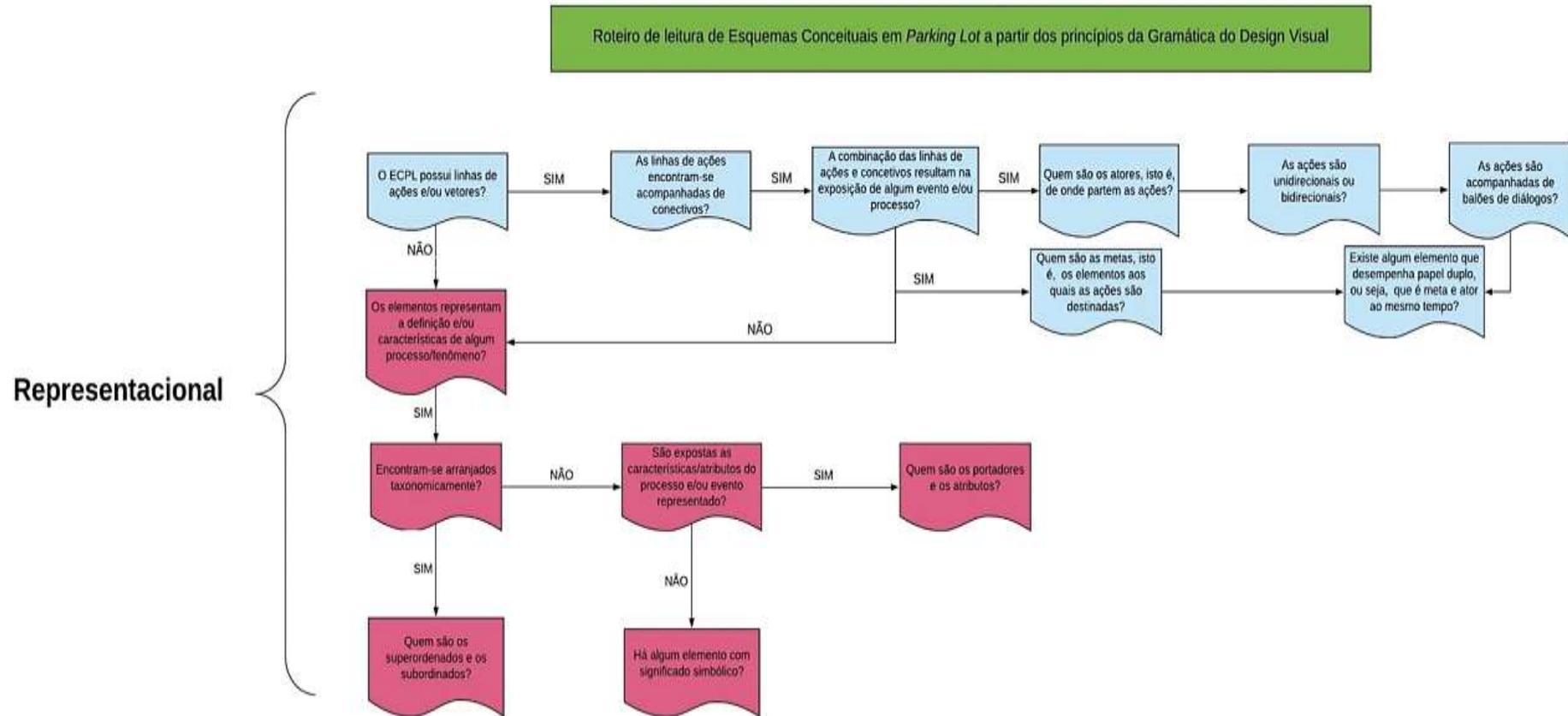
No tocante às demais subcategorias da categoria composicional, averiguou-se que só foi atribuída *saliência* ao título do ECPL final do GT4, e que os únicos *enquadramentos* realizados também estão presentes nas elaborações desse grupo de trabalho, de forma que, essas subcategorias não se fazem presente em nenhum dos esquemas dos demais grupos.

De modo geral, todos os esquemas finais (mesmo aqueles que apresentam uma estrutura muito similar à do inicial) possuem um aprofundamento conceitual com a inserção de conceitos atrelados ao metabolismo de lipídeos e associação destes com àqueles referentes ao anabolismo e catabolismo de carboidratos. Apesar de ainda haver a persistência de algumas lacunas e dificuldade em retratar de forma mais integrada os fenômenos e processos bioquímicos, não há comprometimento da construção dos conceitos, uma vez que os atores sociais escolheram tais representações por as considerarem as mais aptas para contexto da construção dos esquemas, sendo esses, portanto, aspectos que foram trazidos tanto a partir das suas experiências, como também desenvolvidos durante as aulas ao decorrer da disciplina.

Por fim, consideramos a Gramática do Design Visual como uma boa ferramenta para otimizar a leitura de Esquemas Conceituais em *Parking em Lot* no contexto do

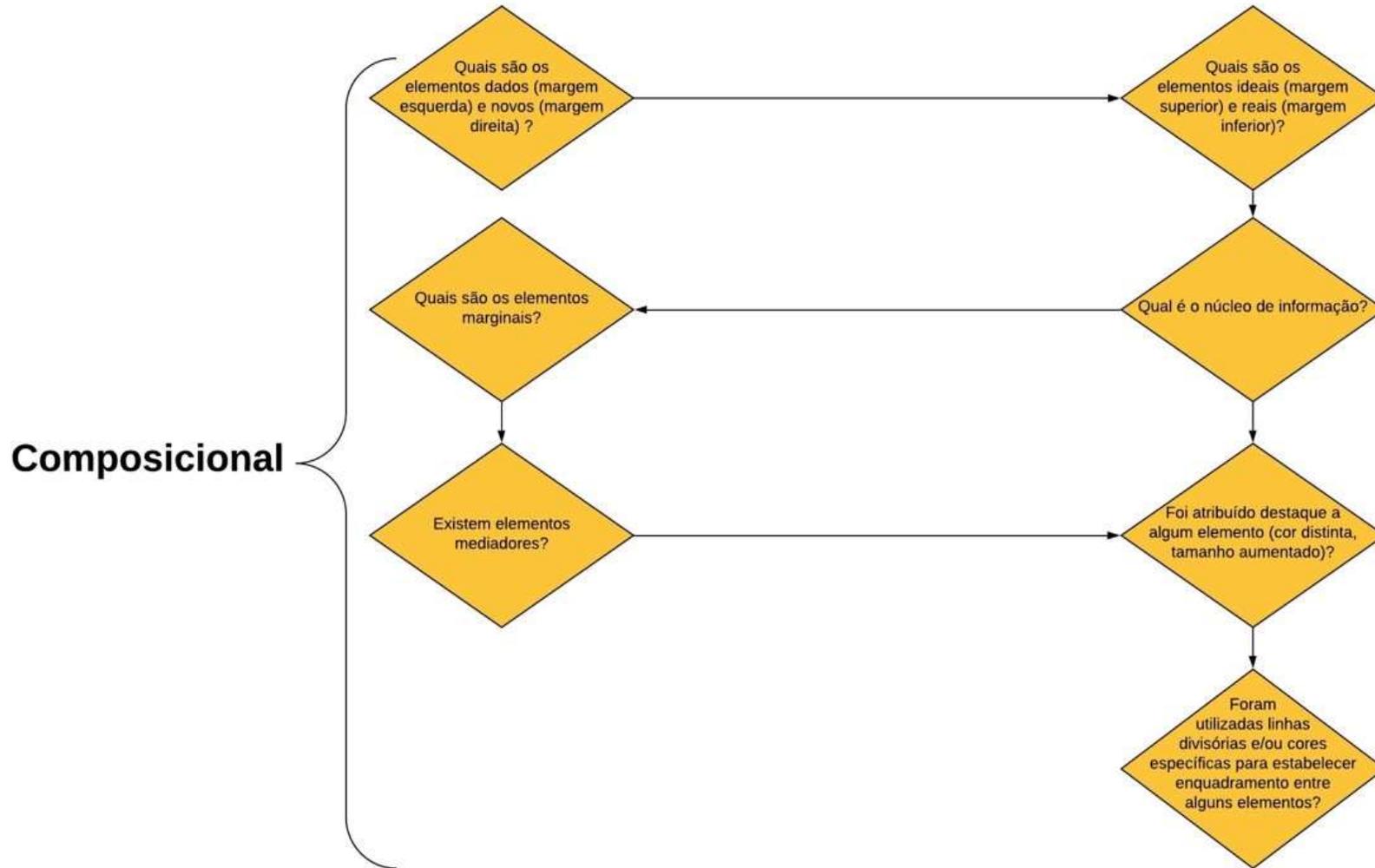
ensino da Bioquímica, e foi com isto em mente que elaboramos as figuras 96 e 97 que contém um roteiro com o intuito de orientar os docentes ainda não familiarizados com os princípios da GDV mas que tenham interesse em começar a utilizá-los.

Figura 96: Roteiro de Leitura de ECPLs a partir dos princípios da GDV.



Fonte: Autoria própria

Figura 97: Continuação do roteiro de leitura de ECPL a partir dos princípios da GDV.



Fonte: Autoria própria.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados apresentados e discutidos na seção anterior, é viável concluir que a Gramática do Design Visual corrobora efetivamente para a leitura de Esquemas Conceituais em *Parking Lot*, otimizando-a. A identificação de vetores unidirecionais e bidirecionais, por exemplo, auxiliam na percepção de uma visão mais linear ou integrada acerca dos processos retratados. É claro que o uso de setas em uma única direção por si só não determina uma compreensão linear, é preciso lançar o olhar para a construção como um todo e verificar de que forma as relações entre as partes são estabelecidas pelos licenciandos.

A prevalência de determinada categoria em detrimento de outras pode oferecer ao docente indícios de quais processos os atores sociais possuem mais afinidade ou preferência, se é a conceituação/definição de processos, a organização hierarquizada de conceitos e/ou fenômenos e ainda a retratação dinâmica destes, por exemplo. Assim, perante tal identificação o professor pode adotar novas e distintas estratégias que viabilizem o desenvolvimento das habilidades que ainda estão incipientes, conforme os objetivos de seu plano de ensino.

Ao direcionar o olhar para a análise dos esquemas iniciais e finais dos grupos de trabalhos, verificamos que a GDV quando associada ao conteúdo específico constitui uma válida ferramenta para o acompanhamento da aprendizagem, uma vez que possibilita ao docente dimensionar quais processos mentais (definição, classificação, narração) foram suprimidos ou ainda adicionados na construção coletiva final. No entanto, é válido ressaltar que devido à natureza sistêmico-complexa dos conceitos bioquímicos e da própria Gramática do Design Visual, que se debruça na investigação das entrelinhas, do que encontra-se implícito nas imagens, não é possível prescrever uma “receita” de como realizar tal análise, cabe ao docente considerar a construção conceitual como um todo e verificar se a interpretação com base nos princípios da GDV se faz, de fato, condizente com o que os seus estudantes tencionaram pontuar.

No que concerne ao conteúdo específico da bioquímica, pontuamos que todas as construções finais, isto é, aquelas produzidas após a sequência de aulas que tratou do emagrecimento por meio das dietas *low carb*, apresentam aprofundamento conceitual, é evidente que em algumas esse avanço se dá em maior grau e em outras em menor. Dentre os progressos alcançados é possível mencionar, por exemplo, a

percepção de que a dieta restritiva por si só não configura uma vilã ou heroína, mas sim que variáveis como acompanhamento médico e estilo de vida saudável interferem na obtenção de bons ou maus resultados, o que constitui um indício de compreensão mais sistêmica a respeito do tema. Ainda nesse sentido, a citação da cetogênese como consequência do aumento da lipólise e beta-oxidação de ácidos graxos, que por sua vez, decorrem da restrição no consumo de glicídios, consiste em outra articulação presente em alguns dos ECPLs analisados. Já dentre as limitações persistentes pode-se citar a equivocada compreensão de que a adesão de dietas low carb preconizam ingestão de gordura de origem animal, o que colaboraria para que seus adeptos tivessem um aumento na taxa de LDL e diminuição de HDL, por exemplo.

Por fim, compreendemos que uma única sequência de aulas acerca do emagrecimento por meio da adesão de dietas com restrição de carboidratos não seria capaz de sanar todas as dúvidas/limitações conceituais apresentadas pelos licenciandos, uma vez que, esse configura um objetivo cujo alcance depende de diversas variáveis, dentre elas, o conhecimento prévio dos licenciandos a respeito do que se estuda, a linearidade/fragmentação tão presente nos currículos acadêmicos e escolares, a predisposição em questionar/buscar fontes alternativas de estudo, dentre outros.

Em síntese, os princípios da Gramática do Design Visual configuram uma boa ferramenta para leitura otimizada de Esquemas Conceituais em *Parking Lot* e consequente acompanhamento ou verificação da formação conceitual, a depender do propósito do docente. Contudo, ratificamos a necessidade do letramento visual durante a formação docente inicial e continuada, a fim de preparar professores e licenciandos para o uso adequado e equilibrado entre textos verbais e não-verbais durante o processo de ensino e aprendizagem de Ciências/Biologia. Salientamos ter conhecimento de que podem surgir questões subjacentes a esse estudo, por esse motivo, sugerimos que novas pesquisas sejam realizadas, especialmente no que tange à utilização da GDV no ensino de Ciências, uma vez que a literatura para esse tipo de proposta ainda é escassa e pode contribuir significativamente para a formação de novos docentes.

7 REFERÊNCIAS

ALBERTS, B. et al. **Biologia molecular da célula**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed. 2010

ALMEIDA, C. et al. Pensamento complexo nos caminhos da educação. In: **Estudos da Complexidade**. São Paulo: Xamã, 2006.

AMARAL, C. L. C., FIGUEIRA, R. C. L.; BARROS, M.P. A utilização de ambientes virtuais no ensino de bioquímica. Um estudo de caso na UNICSUL. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, nº 1, A1-A7, 2006.

ARAÚJO, S. M.; ALMEIDA, K. T.; SOBRINO, J. C. Uso da análise semiolinguística na avaliação de livros didáticos de Física para o Ensino Médio. In: **I Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica**, Anais do I SINEPT, Belo Horizonte, 2009.

ARAÚJO, A. S. Comportamento alimentar em dietas restritivas como fator de risco para obesidade. In: **repositório UNICEB**, Brasília, 2019. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/13491/1/21605175.pdf>. Acesso em 04/04/2020.

BASTOS, F. O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. In: **Em Aberto**, ano 11, 55, 63-69, 1992.

BEHRENS, M. A. MORAN, J.M; MASETTO, M.T. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.

BEHRENS, M. A. A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 80, n. 196, p. 383-403, set./dez. 1999.

_____. **O Paradigma Emergente e a Prática Pedagógica**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

_____. Do paradigma tradicional ao paradigma da complexidade: um novo caminhar na educação profissional. In: **Educ. Prof.**, Rio de Janeiro, v. 36, n.1, jan./abr., 2010.

_____. **O Paradigma Emergente e a Prática Pedagógica**. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

BELL, E. The future of education in the molecular life sciences. In: **Nature Molecular Cell Biology**, v. 2, n3, p. 221-225, 2001.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. 6. ed. Rio de Janeiro: Vozes. 2012. 360 p.

BERTATO, F. M. O critério de demarcação de Popper e a filosofia da biologia de Mayr. In: **Ciência e Ensino**, v. 4, n. 1, p. 12 – 23, 2015.

BEZERRA, C.S et al. (2008) A utilização de modelos como recursos didáticos no ensino de Biologia para jovens e adultos”. In: **III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica**, Fortaleza, CE. 2008.

BLOMAIN, E. S et al. Mechanisms of weight regain following weight loss. **International Scholarly Research Notices**, v. 2013, 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Brasília, DF, 2001a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>. Acesso em: 30/09/ 2018.

BRAYNER-LOPES, F. M. **Formação de docentes universitários: num complexo de interações paradigmáticas**. 2015, 260p. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2015.

BOFF, E. T. O.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. A significação do conceito de energia no contexto da situação de estudo alimento: produção e consumo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n.1, p.123 – 142. 2011. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/viewArticle/229>>. Acesso em: 04/10/2018.

BOYER, Rodney. The new biochemistry: blending the traditional with the other. In: **Biochemistry and Molecular Biology Education**, New York, v. 28, n. 6, p.292-296, Nov. 2000. Disponível em: < <https://goo.gl/7sGgR8>>. Acesso em: 06/10/2018.

CAPRA, F. **O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente**. São Paulo: Cultrix, 1982.

_____. **A teia da vida: uma compreensão científica dos sistemas vivos**. 9 ed. São Paulo: Cultrix, 2004.

_____. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix. 2006a. 256 p.

_____. **O ponto de mutação**. 35. ed. São Paulo: Cultrix. 2006b. 447 p.

CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; MAYER, M.; NOGUEIRA, R. A. Ensinando biologia numa perspectiva de complexidade. In: JÓFILI, Z & ALMEIDA, A. V. (Org). **Ensino de Biologia, meio ambiente e cidadania: olhares que se cruzam**. 2. ed. Ver. Ampl. Recife: UFRPE/SEnBio/Regional 5, 2010, 266 p.

CARNEIRO-LEÃO, A. M. A., SÁ, R. B. G., JÓFILI, Z. M. S. Formação do pensamento científico no ensino de ciências: a Biologia e suas interfaces como ponto de reflexão. In: Colóquio Internacional “Educação e contemporaneidade”, 2010, Laranjeiras. **Anais eletrônicos**. Laranjeiras: EDUCON, 2010. p. 1 – 15.

CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; CARDOSO, S. C. S.; BRAYNER-LOPES, F. M.; JÓFILI, Z. M. S. Os paradigmas científicos de licenciandos de Biologia registrados a partir de um estudo sistêmico sobre os níveis de organização dos seres vivos. In: **Enseñanza de las Ciencias**, número extra, p. 689-695, 2013.

CASTORINA, J. A. et al. **Piaget – Vygotsky - Novas contribuições para o debate**. São Paulo: Editora Ática, 1996.

CAVALCANTI, L. S. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino da geografia. In: **Cad. Cedes**, Campinas, v. 25, n. 66, p.185–207, maio/ago. 2005.

CHAMPE, P.C; FERRIER, D. R.; HARVEY, R. A. **Bioquímica Ilustrada**. 3. ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2006.

COPETTI, A. V. S; QUIROGA, C. V. A influência da mídia nos transtornos alimentares e na autoimagem em adolescentes. **Revista de Psicologia da IMED**, v. 10, n. 2, p. 161-177, 2018.

CORDEIRO, A. R. Concepções de respiração e fotossíntese de alunos de EJA a partir de mapas conceituais tendo como referencial a teoria vygotskiana. In: CÓLOQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”, 4, 2010, Laranjeiras. **Anais eletrônicos**. Laranjeiras: EDUCON, p.1-15

COLL, C. (Org). **O Construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Editora Ática (traduzido de El Constructivismo em el aula por Claudia Schilling), 2001.

COULSON, R. L., FELTOVICH, P. J. e SPIRO, R. J. **Foundations of a misunderstanding of the ultrastructural basis of myocardial failure: a reciprocation network of oversimplifications**. The Journal of Medicine and Philosophy, 1989.

DESCARTES, R. **Discurso do método**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

LOPES, J. P S. et al. Ensino de Bioquímica baseado no Paradigma Emergente como proposta de uma Prática Pedagógica Inovadora. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2019. Natal. **Anais**. ABRAPEC, 2019.

DIAS, G. et al. Desenvolvimento de ferramentas multimidiáticas para o ensino de bioquímica. In: **Revista Práxis**. Disponível em: <<http://web.unifoa.edu.br/praxis/numeros/09/25-30.pdf>> Acesso em 27/09/2018.

EL HANNI, C. N.; BIZZO, N. M. V. **Formas de construtivismo: Mudança conceitual e construtivismo contextual**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 4, n. 1. 2002.

FÁVERO, A. A.; TAUCHEN, G. Epistemologia da complexidade e didática complexa: princípios e desafios. **Revista Educação e Filosofia**, v. 27, n. 53, p. 175 – 192, 2013.

FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). **Revista Portuguesa de Educação**, vol. 14, nº2, p.273- 291. 2001. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/11.pdf>>. Acesso em: 01/10/. 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, T.L et al. Vigorexia: influência dos padrões estéticos culturais e obsessão pelo corpo ideal. **Inova Saúde**, v. 9, n. 2, p. 176-189, 2020.

HAYDT, R. C. **Curso de didática geral**. 2 ed. São Paulo: Ática, 1995.

HEIDRICH, D.N., ANGOTTI, J.A.P. Implantação e Avaliação de Ensino Semipresencial em Disciplinas de Bioquímica Utilizando Ambiente Virtual de Aprendizagem. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, nº 1, E1-E14, 2010.

JEWITT, C.; OYAMA, R. Visual Meaning: a Social Semiotic Approach. In: **Handbook of Visual Analysis**. VAN LEEUWEN, T.; JEWITT. C. London: SAGE Publications Ltd, 2004.

JORGE, M. M. A. O impacto epistemológico das investigações sobre complexidade. In: **Sociologias**, v. 8, n. 15, p. 24 – 55, 2006.

KELLER, E. F. The century beyond the gene. In: **Journal of Biosciences**, v. 30, n. 1, p. 101 - 118, 2005.

KNIGHT, J. K.; WOOD, W. B. Teaching more by lecturing less. In: **Cell Biology Education**, v.4, p. 298 – 310, 2005.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4 ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Reading images**: The grammar of visual design. London: Routledge, 1996.

_____. **Reading images**: The grammar of visual design. London: Routledge, 2001.

_____. **Reading images**: The grammar of visual design. London: Routledge, 2006.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 9. ed. São Paulo: Perspectiva. 2006. 264 p.

LATVALA, E., VUOKILA-OIKONEN, P., JANHONEN, S. **Videotaped recording as a method of participant observation in psychiatric nursing research**. J. Adv Nurs 2000 May; 31(5):1252-7.

LEWONTIN, R. **Biologia como ideologia**: a doutrina do DNA. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2000.

_____. **A tripla hélice**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2002.

LIMA, L. Ensino de Conceitos Biológicos: a Relação entre Aprendizagem Significativa e Objetos Educacionais Digitais. In: **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE**. Vol. 1. No. 1. 2009.

LOIZOS, P. Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 137-155.

LOPES, F. M.B. Ciclo Celular: estudando a formação de conceitos no ensino médio. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação no Ensino das Ciências, UFRPE), 2007.

LOPES, F. M. B.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; JÓFILI, Z. M. S. O Trabalho em Grupo Cooperativo na Rede Social Facebook: Contribuição para a Formação Contínua de Docentes Universitários na Perspectiva do Ensino Crítico da Biologia Sistêmica. In: Colóquio Internacional de Pesquisa em Educação Superior: Formação de Professores e ensino por competências, 2014, João Pessoa. **Anais Eletrônicos**. João Pessoa: UFPB, 2014, 4 p.

MACÊDO, P. B. Investigando as relações sistêmicas homem-ambiente-teia alimentar à luz do Modelo das Múltiplas Perspectivas de Aprendizagem- MoMuP. 2014, 125f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino das Ciências) –, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2014.

MACÊDO, P. B. et al. Homem-Ambiente-Teia alimentar: construção de conceitos sistêmico-complexos mediados semioticamente por vídeos. In: **X ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, 2015, Águas de Lindóia. X ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências, 2015. p. 1-8.

MACIEL, ME; CASTRO, HC. A comida boa para pensar: sobre práticas, gostos e sistemas alimentares a partir de um olhar socioantropológico. **Revista Demetra** 2013; 8(Supl.1):321-328

MACHADO, V. M. Em busca de uma didática da complexidade. **Rev. Elet. Do Mestrado em Educação Ambiental**, v. esp., p.110 – 133, 2004.

MAGALHÃES, L. M. et al. A influência de blogueiras fitness no consumo alimentar da população. **RBONE-Revista Brasileira De Obesidade, Nutrição E Emagrecimento**, v. 11, n. 68, p. 685-692, 2017.

MARIOTTI, H. **As paixões do ego: complexidade, política e solidariedade**. 2 ed. São Paulo: Palas Athena. 2000. 365 p.

_____. **As paixões do ego: complexidade, política e solidariedade**. 3 ed. São Paulo: Palas Athena. 2008. 350 p.

_____. **Pensamento Complexo**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

_____. **Pensando Diferente**. São Paulo. Atlas, 2010.

MARTINI, M. L.; BORUCHOVITCH, E. **A teoria da atribuição de causalidade: Contribuições para a formação e atuação de educadores**. Campinas, SP: Alínea,2004.

MARTINS, P.L. **A didática e as contradições da prática**. Campinas: Papyrus, 1998.

MEDEIROS, E. P. Formação do conceito sistêmico de respiração: um estudo articulando fenômenos macro e microscópicos. 2011, 176 f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MINAYO, M. C. S. Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias. **Revista pesquisa qualitativa**, v. 5, n. 7, p. 1-12, 2017.

MORAES, R. MANCUSO, R. **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: UNIJUÍ. 2014

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

MOREIRA, J. B. G. **Direito administrativo: da rigidez autoritária à flexibilidade democrática**. Belo Horizonte: Fórum, 2005.

MORETTO, V. P. **Construtivismo: a produção do conhecimento em aula**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2000.

MORIN, E. Política de civilização e problema mundial: As verdades Exigentes não precisam de Vitórias e Resistem por Resistir. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, n. 5, p. 7-13. 1996.

_____. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2003. 128 p.

_____. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina. 2015. 120 p.

_____. **Ciência com consciência**. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

MORTIMER, E. F.; CARVALHO, A. M. P. Referenciais teóricos para análise do processo de ensino de ciências. In: **Cad. Pesq.** São Paulo, n. 96, p. 5-14, fev. 1996.

MURRAY, R. K.; GRANNER, D.K.; RODWELL, V.W. **Haper: Bioquímica Ilustrada**, 27 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2010. 620p

NELSON, D. COX, M.N. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**, 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1298p.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. (1984). **Aprender a aprender**. 1. ed. em português. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 212p.

NOVAK, J. D.; CANÃS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, 5 1, 9-29. 2010.

OLIVEIRA, A. A. P. Análise documental do processo de capacitação dos multiplicadores do projeto “Nossas crianças: Janelas de oportunidades” no município de São Paulo à luz da Promoção da Saúde. 2007. 210 f. **Dissertação** (Mestrado em Enfermagem em Saúde Coletiva) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 4 ed. Petrópolis: Vozes, 2012, 232 p.

OLIVEIRA, J; FIGUEREDO, L; CORDÁS, T. A. Prevalência de comportamentos de risco para transtornos alimentares e uso de dieta “low-carb” em estudantes universitários. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 68, n. 4, p. 183-190, 2019.

PALANGANA, I. C. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky**. São Paulo: Summus Editorial. 2001.

PEDRANCINI, V. D.; GALUCH, M. T. B.; CORAZZA, M. J. (2011). Mediação pedagógica e a formação de conceitos científicos sobre hereditariedade. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 10(1). 2011.

PEREIRA, A. F. Diagnóstico inicial das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação no Ensino das Ciências, UFRPE), 2008.

PETRAGLIA, I. **Edgar Morin: A educação e a complexidade do ser e do saber**. 12. ed. Petrópolis, RJ: Vozes. 2011. 126 p.

PIENTA, A. C. G. et al. Educação, formação profissional docente e os paradigmas da ciência. **Olhar do professor**, v. 8, n. 2, p. 93 – 106, 2005.

PIETROBON, S. R. G. A prática pedagógica e a construção do conhecimento científico. **Práxis educativa**, v. 1, n. 2, p. 77 – 86, 2006.

PINHEIRO, T.D.L. et al.(2009). Ensino de Bioquímica para acadêmicos de Fisioterapia: visão e avaliação do discente. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, Artigo C, nº1. Disponível em <<http://www.ib.unicamp.br/lte/rbebbm/visualizarMaterial.php?idMaterial=539>> Acesso em 27/02/2017.

PISTÓIA, L. H.C. Gregory Bateson e a educação: possíveis entrelaçamentos. Porto Alegre: UFRGS, 2009. **Tese** (Doutorado em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

RIGUE, F. M., AMESTOY, M. B., & CORRÊA, G. C. (2019). O Ensino de Ciências e a Formação de Professores: A criança e a alfabetização científica. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 8, n. 10, p. 1-17, 20.

SÁ, R. G. B. Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação no Ensino das Ciências, UFRPE), 2007.

SÁ, R, G, B. Construção de conceitos da biologia na perspectiva sistêmico-complexa a partir do MOMUP-PE, articulado à teoria histórico-cultural. 2017, 323f. **Tese** (Doutorado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife

SÁNCHEZ, R. M; MORENO, A. M. Ortorexia y vigorexia: ¿ Nuevos transtornos de la conducta alimentaria? **Trastornos de la conducta alimentaria**, n. 5, p. 457-482, 2007.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora da UNIJUÍ. 1997.

SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 37, p. 71 – 84, 2008.

SANTOS, I. G. S. et al Representações conceituais sobre a teoria da flexibilidade cognitiva e o pensamento sistêmico por mestrandos em ensino das ciências. *In: VIII ENPEC*, Anais, Campinas, 2011.

SCHWARTZ M.S.; SCHWARTZ C.G. Problems in participant observation. In: McCall GJ, Simmons JC (orgs.). **Issues in participant observation a text and a reader**. Addison-Wesley Publishing Company. 89-104, Massachusetts, 1969.

SCHOENMAKER, F. Análise das dificuldades na disciplina de Bioquímica diagnosticadas por um plantão de dúvidas online. 2009. 62 f. **Dissertação**. (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

SFORNI, M. S. F. **Aprendizagem Conceitual e Organização do Ensino: Contribuições da Teoria da Atividade**. Araraquara: JM Editora, 2004. 200p.

SOUZA e SILVA, V. L. Contribuições dos princípios da complexidade no processo de aprender biologia na formação inicial de professores. In: **IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**. Girona, Comunicación, p. 3287 – 3291, 2013.

SOUZA, A. F. Relações discursivas na compreensão de processos biológicos sistêmico-complexos em uma rede social: contribuições para a formação do docente universitário. 2015, 187f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino das Ciências) –, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2015.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

TIBELL, L. A. E; RUNDGREN, C. J. Educational challenges of molecular life science: characteristics and implications for educational and research. **CBE- Life Sciences Education**, v. 9, n 1, p. 25-33, 2010.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1986.p .15

TRENTINI, M.; PAIM, L. **Pesquisa em Enfermagem**: Uma modalidade convergente-assistencial. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p.68.

TUDGE, J. Vygotsky, a ZDP e a colaboração entre pares: implicações para a prática em sala de aula. In: **MOLL, L. C. Vygotsky e a educação**: implicações pedagógicas da psicologia sóciohistórica. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 151-168, 2002.

UHLMANN, G. W. **Teoria geral dos sistemas**: do atomismo ao sistemismo – uma abordagem sintética das principais vertentes contemporâneas desta proto-teoria. São Paulo, p. 1 – 84, 2002.

UNSWORTH, L. **Image/Text Relations and Intersemiosis**: Towards Multimodal Text Description for Multiliteracies Education in 33rd International Systemic Functional Congress Proceedings. São Paulo: PUC, 2004.

VAN LEEUWEN, T.; JEWITT, C. **Handbook of Visual Analysis**. London: SAGE Publications Ltd, 2004.

VIEIRA, L. Q. et al. Abordagem prática para o ensino de bioquímica. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 20-26, 2001. Disponível em: <<http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/6/5>>. Acesso em: 18/09/ 2017.

VOET, D.; VOET, J.; PRATT, C. W. **Fundamentos de bioquímica**: a vida em nível molecular. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

_____. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes (traduzido do thought and language por Jefferson Luiz Camargo), 1999.

_____. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

YOKAICHIYA, D. K. Estruturação e avaliação de uma disciplina de Bioquímica a Distância baseada no Modelo de Aprendizagem Colaborativa. 2005, 222p. **Tese** (Doutorado em Biologia Funcional e Molecular) – Universidade de Campinas, 2005.