

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Sequência de Ações Didática à luz do Modelo das
Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE) para a construção
de conceitos sobre metabolismo energético**

JADE PORFÍRIA DA SILVA LOPES

RECIFE
2019

JADE PORFÍRIA DA SILVA LOPES

**Sequência de Ações Didática à luz do Modelo das
Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE) para a construção
de conceitos sobre metabolismo energético**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas/UFRPE como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Janaína de

RECIFE
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L864s Lopes, Jade Porfíria da Silva
 Sequência de Ações Didática à luz do Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE)
 para a construção de conceitos sobre metabolismo energético: Pesquisa Qualitativa / Jade Porfíria da Silva
 Lopes. - 2019.
 62 f. : il.
- Orientadora: Janaina de Albuquerque Couto.
 Inclui referências e apêndice(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
 Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2020.
1. Modelo das Múltiplas Perspectivas- Pernambuco (MoMuP-PE). 2. Sequência de Ações Didáticas
 (SAD). 3. Ensino Inovador. 4. Materialização dos Conceitos. 5. Formação de Conceitos. I. Couto, Janaina de
 Albuquerque, orient. II. Título

JADE PORFÍRIA DA SILVA LOPES

Sequência de Ações Didática à luz do Modelo das
Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE) para a construção
de conceitos sobre metabolismo energético

Comissão Avaliadora:

Prof^a Dr^a Janaína de Albuquerque Couto – UFRPE
Orientadora

Prof^o Woldney Damião Silva André –Mestrado PPGEC/UFRPE
Titular

Prof^a Dr^a Risonilta Germano Bezerra de Sá – UFRPE
Titular

Prof^a Priscila Aparecida dos Santos Cordeiro – Mestrado PPGEC/UFRPE
Suplente

RECIFE
2019

SUMÁRIO

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
1.1. O ensino da Bioquímica	11
1.2. Conceitos Bioquímicos a serem trabalhados.....	13
1.2.1. Metabolismo de Carboidratos	13
1.2.2. Metabolismo de Lipídeos	14
1.2.3. O ciclo do Ácido Cítrico.....	15
1.3. Paradigmas da Ciência e a Prática Pedagógica.....	16
1.4. O Modelo das Múltiplas perspectivas – Pernambuco (MoMuP-PE)....	19
2. INTRODUÇÃO	24
3. OBJETIVOS.....	25
3.1. Objetivo geral	25
3.2. Objetivos específicos	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1. Natureza da Pesquisa	26
4.2. Contexto da Pesquisa	26
4.3. Instrumento de Coleta de Dados.....	26
4.4. Elaboração da SAD.....	27
4.5. Validação da SAD.....	28
5. RESULTADOS.....	30
5.1. Planejamento da SAD	30
5.2. Questionário para Avaliação das concepções prévias dos estudantes.....	31
5.3. Aplicação da SAD	35

5.4. Análise dos Esquemas Conceituais em Parking Lot (ECPL).....	36
5.5. Validação da SAD	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
7. REFERÊNCIAS.....	53
8. APÊNDICES	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Base Cronológica para o MoMuP-PE	21
Quadro 2 – Etapas do MOMUP-PE a partir da Base de Orientação da Ação.....	<u>23</u>
Quadro3 –Aspectos estruturadores do MoMuP-PE.....	28
Quadro 4 - Planejamento da SAD com base nos pressupostos teóricos do MoMuP-PE	<u>31</u>
Quadro 5 – Questões que compõem o questionário de verificação do conhecimento prévio.	<u>32</u>
Quadro 6 – Categorias de análise elaboradas a partir das respostas da Questão 2.....	<u>34</u>
Quadro 7 – Elementos da SAD	<u>36</u>
Quadro 8 – Questão orientadora para construção do ECPL Erro! Indicador não definido.	<u>37</u>
Quadro 9 – Quadro de palavras que os estudantes receberam para orientar a construção do ECPL	38
Quadro 10 – Categorias de Análise para os ECPL	44
Quadro 11 – Análise da categoria K1 - Utilização adequada dos conceitos bioquímicos	<u>44</u>
Quadro 12 – Análise da categoria K2 - Articulação conceitual entre as vias metabólicas envolvidas	<u>46</u>
Quadro 13 – Análise da categoria K3 - Consequências fisiológicas decorrentes de uma alimentação inadequada	48
Quadro 14 – Análise da categoria K4 - Lacunas conceituais	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagens utilizadas no Questionário de Verificação do conhecimento prévio	Erro! Indicador não definido.	33
Figura 2 - Esquema Conceitual em <i>Parking Lot</i> – Grupo 1		38
Figura 3 – Esquema Conceitual em <i>Parking Lot</i> – Grupo 2		39
Figura 4 – Esquema Conceitual em <i>Parking Lot</i> – Grupo 3		40
Figura 5 – Esquema Conceitual em <i>Parking Lot</i> – Grupo 4		40
Figura 6 – Esquema Conceitual em <i>Parking Lot</i> – Grupo 5		41
Figura 7 – Esquema Conceitual em <i>Parking Lot</i> – Grupo 6		41
Figura 8 – Esquema Conceitual em <i>Parking Lot</i> – Grupo 7 (parte 1).....		42
Figura 9 - Esquema Conceitual em <i>Parking Lot</i> - Grupo 7 (parte 2)		43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Grupos de Classificação das palavras descritas na pergunta 1 do Questionário de Verificação do Conhecimento Prévio	34
Gráfico 2 – Categorias identificadas nas respostas dos QVCP.....	35
Gráfico 3 – Categorias identificadas nos ECPLs.....	49

RESUMO

A Bioquímica é um campo da Biologia que estuda fenômenos de natureza abstrata, por esse motivo é considerada como uma matéria de difícil compreensão. O ensino de Bioquímica encontra algumas problemáticas inerentes ao ensino de Biologia, incluindo a verticalização do conteúdo específico, a necessidade de abstração e descontextualização das temáticas específicas, proveniente de uma prática pedagógica construída à luz de um paradigma predominantemente cartesiano. Nesse cenário, a presente pesquisa vem buscando por meio do Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco (MoMuP-PE) uma base teórico-metodológica que possibilite a construção do conhecimento de forma significativa, por meio de um paradigma emergente e inovador. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo investigar a aplicação de uma sequência de ações didáticas, baseada no MoMuP- PE num contexto de formação inicial de professores de Biologia, tendo em vista a construção de conceitos em Bioquímica. A Sequência de Ações Didáticas foi elaborada e aplicada em uma turma do segundo período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e foi validada de forma interna a fim de avaliar se os estudantes conseguiram atingir o objetivo traçado pelo professor, construindo e reelaborando conceitos bioquímicos a partir do uso do Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco (MoMuP- PE).

Palavras chave: Ensino de Bioquímica, MoMuP-PE, Contextualização, Sequência de Ação Didáticas.

ABSTRACT

Biochemistry is a field of biology that studies phenomena of an abstract nature, so it is considered a subject of difficult understanding. The teaching of biochemistry encounters some problems inherent in the teaching of biology, including the verticalization of specific content, the need for abstraction and decontextualization of specific themes, arising from a pedagogical practice built in the light of a predominantly Cartesian paradigm. In this scenario, the present research has been looking through the Pernambuco Multiple Perspective Model (MoMuP-PE) for a theoretical and methodological basis that enables the construction of knowledge significantly through an emerging and innovative paradigm. Given the above, the present work aims to investigate an application of a sequence of didactic actions, based on MoMuP-PE, in a context of initial training of Biology teachers, with a view to the construction of concepts in Biochemistry. The Sequence of Didactic Actions was elaborated and applied to a class of the second period of the Biological Sciences Degree course and was internally validated for the purpose of evaluating whether the students managed to achieve the goal set by the teacher, building and reworking the biochemical studies from the Multiple Perspectives Model of Pernambuco (MoMuP-PE).

Keywords: Teaching of Biochemistry, MoMuP-PE, Contextualization, Didactic Action Sequence.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. O Ensino da Bioquímica

A Biologia é a ciência que estuda a vida e os organismos vivos, a interação desses organismos com o meio ambiente e entre si, permeando dois universos, o universo micro e o macroscópico (MURRAY; GRANNER; RODWELL, 2010). Dentre as áreas da Biologia Celular e Molecular é possível destacar a Bioquímica, que tem como campo de estudo, as reações químicas e os constituintes das células vivas, interligando o universo micro ao universo macroscópico (SÁ, 2007). A Bioquímica possui conteúdos de natureza complexa e com um caráter interdisciplinar e abstrato dificultando o processo de ensino e aprendizagem (MARTÍNEZ-VAZ, 2014; BRAYNER-LOPES, 2015; ANDRÉ et al., 2017; SÁ, 2017; SILVA et al, 2017).

Sá (2007) aponta e explica algumas dificuldades presentes no ensino de Biologia, entre elas: abstração; verticalização; fragmentação; e descontextualização. A primeira e a segunda dificuldades citadas são naturais dos conceitos de Bioquímica. A abstração corresponde às estruturas celulares, moleculares e atômicas, como também os conceitos que necessitam de mediação simbólica como os processos metabólicos, como por exemplo, o ciclo de Krebs. A verticalização está relacionada à construção de relações entre os dois universos (macro e micro) presentes na Biologia. Já a terceira e a quarta dificuldades estão relacionadas à prática pedagógica do docente, ou seja, são dificuldades que surgem a partir da visão pragmática do professor que acaba interferindo na sua prática pedagógica. Segundo SÁ (2007) e JÓFILI *et al.*, (2010) a maioria das dificuldades no ensino-aprendizagem da Bioquímica estão pautados numa metodologia baseada num paradigma cartesiano que tende a fragmentar os conteúdos, dificultando ainda mais a interligação das coisas visíveis às reações moleculares.

A abstração e a verticalização são consideradas dificuldades esperadas no ensino de conceitos bioquímicos. A primeira corresponde às estruturas celulares, moleculares e atômicas, que são vistas apenas através de microscópios, ou representadas através de símbolos globais. Os conceitos tidos como de mediação simbólica que remetem à processos

metabólicosimperceptíveis também apresentam uma natureza abstrata, como por exemplo, a gliconeogênese, o ciclo do ácido cítrico, entre outros. A segunda está relacionada à construção de relações entre os dois universos (macro e micro) presentes na Biologia, pois as estruturas moleculares representadas participam ativamente de um conceito metabólico, atuando em diversas reações químicas em diferentes níveis de realidade, tornando muitas vezes a mediação entre esses dois universos praticamente incompreensível para os estudantes.

Dessa forma o modo como o professor enxerga e trabalha esses conteúdos em sua sala de aula, pode evidenciar uma prática pedagógica tradicional baseada no paradigma cartesiano¹ onde partes do conteúdo são ensinadas de forma desconecta, ou seja fragmentada que não se relacionam e não apresentam nenhuma relação com o meio interno ou externo no qual estão inseridos. Uma prática de ensino, influenciada pelo paradigma cartesiano, onde esses conteúdos abstratos de natureza sistêmico-complexa (BRAYNER-LOPES, 2017) são ensinados de forma dissociada/fragmentada, descontextualizada, sem estabelecer relações, dificilmente permitirá a visão holística do todo ou contribuirá para a superação dessas dificuldades presentes em seu ensino.

Por este motivo, é imprescindível ao docente compreender a forma de aprender dos estudantes, e como deve ser a visão da sua prática pedagógica em sala de aula. Cabe ao docente se atualizar diante de saberes necessários a uma prática docente, que permita uma mediação satisfatória, diante de

¹ Kuhn (1998, p. 219) afirma que “um paradigma é aquilo que os membros de uma comunidade partilham e, inversamente, uma comunidade científica consiste em homens que partilham um paradigma”. Assim, para o autor, um paradigma corresponde a uma estrutura mental, que apresenta fatores psicológicos e filosóficos, composta por teorias, experiências, métodos e instrumentos, compartilhados por várias pessoas, servindo para organizar o pensamento, a realidade e os seus eventos.

Cardoso (1995, p. 31, grifo do autor) aponta que “o paradigma cartesiano-newtoniano orienta o saber e a ação propriamente pela *razão* e pela *experimentação*, revelando assim o culto do intelecto e o exílio do coração”. Para o paradigma newtoniano-cartesiano, para compreender o todo é necessário entender as suas partes, deste modo, o todo pode ser dividido quantas vezes for necessário até chegar a esse entendimento (BEHRENS, 2013). Desta forma, o modelo privilegia a fragmentação do todo, enfatizando o conhecimento verticalizado das partes, a linearidade e a causalidade simples.

conceitos que exigem a mediação simbólica. O objetivo é promover um ensino que supere a mera memorização e reprodução dos conceitos e proporcione a construção de novos conhecimentos voltados à realidade dos discentes.

1.2. Conceitos Bioquímicos a serem trabalhados

A disciplina de Bioquímica dos sistemas trabalha diversos conteúdos relacionados ao metabolismo energético, seu funcionamento e regulação. Neste trabalho foram abordados os temas metabolismo de carboidratos e lipídeos, os quais serão descritos a frente.

1.2.1. Metabolismo de Carboidratos

O metabolismo dos carboidratos é um conjunto de reações que ocorrem em um ambiente celular para a obtenção de energia através da glicose, esta pode ser obtida através da alimentação ou da quebra do glicogênio armazenado no nosso corpo pelo tecido muscular e pelo fígado(MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

A glicólise é um conjunto de 10 reações metabólicas que são catalisadas através de enzimas livres no citosol, ela é a primeira etapa de reações sofrida pela glicose após sua entrada na célula. A glicólise consiste na oxidação da molécula de glicose produzindo duas moléculas de piruvato, duas moléculas de Adenosina trifosfato (ATP) e equivalentes redutores (NADH) que seguirão para a cadeia transportadora de elétrons ou para a fermentação, a depende da disponibilidade de oxigênio do organismo (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

Num contexto de consumo de carboidratos em excesso, a glicose pode percorrer um caminho de estoque, podendo ser armazenada em forma de glicogênio tanto no fígado como no tecido muscular. O conjunto de reações que possibilitam o armazenamento da glicose denomina-se glicogênese, vale ressaltar que este processo é ativado pela concentração de insulina, em resposta aos altos níveis de glicose no sangue. Por outro lado, num contexto de gasto energético essas reservas de glicogênio podem ser acionadas através da glicogenólise que é basicamente a retirada sucessiva das moléculas de

glicose da estrutura de armazenamento previamente formada (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

Alguns tecidos do corpo utilizam exclusivamente a glicose como fonte de energia, por este motivo o corpo também apresenta uma via que forma glicose a partir de moléculas não glicídicas como o glicerol, lactato e aminoácidos principalmente a alanina. Esse conjunto de reações não ocorrem de forma oposta a glicólise pois, ambas as vias pertencem etapas irreversíveis, sendo assim precisam percorrer caminhos diferentes (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

1.2.2. Metabolismo dos Lipídeos

O metabolismo de lipídeos consiste em um conjunto reações que ocorrem exclusivamente no fígado e metaboliza lipídeos provenientes tanto da alimentação como da nossa reserva energética orgânica que é o tecido adiposo.

A lipogênese é o processo de formação de gordura para posterior armazenamento nos adipócitos e nos hepatócitos, nesse processo as moléculas de ácido graxo e glicerol que são absorvidas após um processo de digestão, ou são encontradas livres após outras reações de quebra, são esterificadas para a formação do triacilglicerol, que é a forma em que a gordura é armazenada (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

O consumo em excesso de carboidratos também pode levar a uma acumulo de gordura através da biossíntese de ácidos graxos. Neste processo os ácidos graxos são sintetizados a partir das moléculas acetil-CoA provenientes da via glicolítica, com o auxílio das enzimas chamadas ácido graxo sintases, este processo ocorre no citoplasma da célula (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

Mesmo que os carboidratos sejam considerados as maiores fontes de energia para o corpo humano, os lipídeos fornecem muito mais energia. A forma de obtenção de energia através dos lipídeos é chamada beta-oxidação, que é o processo oxidativo das moléculas de ácidos graxos, esse conjunto de reações ocorre na mitocôndria, onde ocorre remoção, por oxidação, de

sucessivas unidades de dois átomos de carbono na forma de acetil-CoA. Como os ácidos graxos são moléculas enormes bem maiores que os carboidratos, apresentam um aporte energético muito maior. Os Triglicerídeos armazenados no adipócito tornam-se disponíveis para a beta oxidação através de um processo chamado lipólise que é a simples quebra do triacilglicerol em ácido graxo e glicerol (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

O colesterol é um lipídeo da classe dos esteroides que desempenha diversas funções importantes no corpo humano, sendo inclusive percussor na produção de alguns hormônios. Por poder ser sintetizado pelo organismo o colesterol é considerado um lipídeo não essencial, sua biossíntese ocorre no fígado a partir da molécula de Acetil-CoA, em uma via metabólica que ocorre em 4 etapas. Da mesma forma que o excesso do consumo de glicose pode acarretar em um maior acúmulo de gordura, também pode ocasionar uma maior biossíntese de colesterol. O colesterol é transportado pelo corpo na forma de lipoproteínas e em quando apresentam altas quantidades na corrente sanguínea podem se depositar nas paredes dos vasos sanguíneos formando placas que dificultam a passagem de sangue pelos vasos podendo ocasionar um rompimento nos vasos sanguíneos (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

Quando o indivíduo se submete a longas horas de jejum ocorre também a produção de corpos cetônicos pelo fígado. Numa situação de jejum a lipólise é intensificada em busca de uma maior produção de Acetil-CoA, esta via ocorre simultaneamente a gliconeogênese (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

1.2.3. O ciclo do ácido cítrico

O ciclo do ácido cítrico é um conjunto de reações cíclicas para onde o Acetil-CoA produzido nas vias é encaminhado para a produção de GTP, NADH, FADH. Este ciclo é a parte do metabolismo onde todas as vias produtoras de Acetil-CoA convergem podendo formar moléculas que geram a energia propriamente dita através da cadeia transportadora de elétrons (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

A cadeia transportadora de elétrons são quatro grandes complexos proteicos inseridos na membrana interna da mitocôndria que funcionam como

uma cadeia de transporte de elétrons de NADH e FADH por meio de reações redox, reduzindo-os a NAD^+ e FAD, respectivamente, sendo esta transferência de elétrons associada a transferência de prótons através da membrana, este processo depende do oxigênio (MARZZOCO, 1999; NELSON 2018).

1.3. Paradigmas da Ciência e a Prática Pedagógica

O paradigma newtoniano-cartesiano baseia-se na fragmentação dos conteúdos para que seja possível a sua compreensão, desta forma os conteúdos são colocados em “caixas” onde um conteúdo não pode relacionar-se a outro (BEHRENS, 2013). Fernandes (2001), afirma que o paradigma educacional vigente está articulado com o paradigma científico dominante, assim sendo, Behrens (2013) afirma que os paradigmas da Ciência influenciam muito a prática pedagógica. Carneiro-Leão *et al.*, (2009) afirma que o paradigma da Ciência assumido pelo docente influencia na sua prática pedagógica, de forma que o paradigma se reflete diretamente na forma que o mesmo aborda o conteúdo disciplinar específico. A autora ainda escreve que a visão cartesiana/linear, influenciado pelo paradigma Newtoniano-Cartesiano, trata os conteúdos com tendência à simplicidade, imediatismo e buscando a causalidade simples, essas tendências são retratadas no “conteudismo” e na mera memorização tão valorizados no ensino tradicional.

O paradigma Newtoniano-Cartesiano que defende a fragmentação do todo em partes em busca de entendê-lo, marcou fortemente a estrutura educacional e a própria percepção de educação, dividindo o conhecimento em disciplinas dissociáveis e sem comunicação (BEHRENS, 2013). Para Mariotti (2000) a prática reducionista, baseada neste paradigma, levou a perda da visão de conjunto e a falta de compreensão da complexidade dos sistemas, o que resultou na simplificação de questões complexas para reduzi-las à simplicidade das nossas soluções. Desta forma, um ensino de Bioquímica pautado numa prática baseada no paradigma Newtoniano-Cartesiano, pautado na fragmentação, na simplificação e na mera memorização do conteúdo, não convida o estudante a uma reflexão, e uma consequente construção de relações entre os universos macro e microscópicos, de modo a favorecer a reprodução do conhecimento, limitando a funcionalidade desses conteúdos

para a vida dos estudantes. A disciplina de Bioquímica requer uma reflexão e articulação para que sejam construídos os conceitos, desta forma um ensino de Bioquímica apoiado no paradigma cartesiano tende a gerar a mera reprodução do conteúdo pelo estudante impossibilitando que este perceba a aplicabilidade do conteúdo no seu dia a dia.

Diferente do paradigma linear/cartesiano, onde há uma supervalorização das partes em busca de entender o todo, o pensamento sistêmico, leva a uma mudança no sentido, afirmando que as partes só poderão ser entendidas a partir da totalidade, como afirmado por Behrens (2013):

O grande impacto do pensamento sistêmico foi o de que as propriedades das partes podem ser entendidas apenas a partir da organização do todo. Essa visão apresenta-se em oposição ao pensamento analítico, pois o pensamento sistêmico é contextual e só permite a análise das partes colocando-as no contexto de um todo mais amplo (p. 35).

Entretanto, o pensamento trazido no Paradigma da complexidade ainda ultrapassa o pensamento sistêmico. Mariotti (2000) descreve o paradigma da complexidade como o abraço entre os paradigmas cartesiano e o sistêmico, definindo-o a partir da intersecção paradigmática. Morin (1990), em seus estudos sobre o Paradigma Complexo, apresenta três facetas da complexidade: (1) Os conhecimentos sobre as partes não ajudam a prever o todo – o todo é mais do que a soma das partes; (2) As partes juntas podem inibir qualidades individuais de outras partes – o todo é menos do que a soma das partes; (3) As facetas anteriores ocorrem juntas – o todo é, ao mesmo tempo, mais e menos do que a soma das partes. Ainda sobre essa nova visão de mundo trazido pelo paradigma complexo, Capra (1996, p. 25) contribui afirmando que o novo paradigma possui “uma visão de mundo holística, que concebe o mundo como um todo integrado, e não como uma coleção de partes dissociadas”.

Estudos como o de Pereira (2008) e Medeiros (2011) evidenciam que os conceitos microscópicos precisam ser compreendidos de forma sistêmico-complexa, que valoriza a reelaborada articulação das partes para a compreensão do todo, como definido por Brayner-Lopes (2015), uma vez que os universos micro e macro são interdependentes e o “olhar cartesiano” não

favorece a formação de tais conceitos, naturalmente complexos. Behrens (2013), no âmbito educacional e baseado no Paradigma da Complexidade, também chamado de Paradigma Emergente, propõe uma prática de ensino inovadora que minimiza a visão fragmentada e a reprodução do conhecimento, de forma a promover uma prática pedagógica que desencadeie a visão de rede, de teia, levando o estudante a uma aprendizagem significativa, com autonomia de maneira contínua para toda vida.

Behrens (2013) ainda afirma que um ensino como produção de conhecimento, deve propor enfaticamente o envolvimento do estudante no processo educativo, onde para a formação de um discente cognoscente é necessário que a prática pedagógica valorize a reflexão, ação, curiosidade, espírito crítico, incerteza, provisoriedade, questionamento, e que exija a reconstrução da prática educativa proposta em sala de aula.

Os paradigmas refletem as concepções de visão de mundo e sociedade, de ser humano e da prática pedagógica que será vivenciada pelo professor, o tempo histórico em que a prática foi estabelecida demonstra as suas finalidades, o paradigma newtoniano cartesiano reflete uma época em que foi estabelecido um ensino tecnicista formador de mão de obra de trabalho. O paradigma inovador estabelece uma prática pedagógica ressignificada trazendo uma ampla visão de mundo, instigando o pensamento especulativo e formando um professor universitário que explora a interconexão e interdependência dos conteúdos, demonstrando que o saber fazer e o saber ensinar são coisas diferentes e que o processo de ensino-aprendizagem vai além de reproduzir o mestre, pois é necessário construir suas próprias concepções sobre o conteúdo (BEHRENS,2007).

Grande parte da prática docente no ensino superior é pautada num paradigma cartesiano conservador, afirma Araújo et al. (2017), entretanto segundo Diesel et al. (2016) o momento histórico requer um ensino baseado num método inovador pois a sociedade contemporânea exige sujeitos cada vez mais diferenciados e autônomos frente a sua identidade profissional, os profissionais devem ser levados a refletir sua prática pedagógica a fim de melhorá-la visto que esta influência na prática dos novos professores que estão sendo formados.

1.4. O Modelo das Múltiplas perspectivas – Pernambuco (MoMuP-PE)

Na busca de promover um ensino significativo e que supere a reprodução do conhecimento envolvendo conceitos caracterizados na literatura como abstratos, Brayner-Lopes (2015) propõe por meio do Modelo das Múltiplas Perspectivas - Pernambuco (MoMuP-PE), uma proposta teórico-metodológica direcionada ao ensino de conceitos abstratos e de natureza sistêmico-complexa, o qual foi posteriormente (re)elaborado por Sá (2017) como uma Base Específica de Orientação da Ação. Este modelo teórico-metodológico inicialmente, foi baseado na Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) postulada por Spiro (1988), ao utilizá-lo no estudo de conceitos abstratos na Biologia, Brayner-Lopes (2015) percebeu que teria que modificá-lo, para atender as características específicas relacionadas a natureza do conceito.

Na TFC Spiro et.al (1988) defendem que alguns problemas encontrados na execução das ciências biomédicas são: tratar um fenômeno dinâmico como se fosse estático, olhar para componentes que interagem e tratá-los como componentes independentes. Spiro et.al (1988) explicam que a incapacidade de ter uma visão sistêmica é um fator que faz com que a execução da prática torne-se defasada, assim foi formulada a teoria da flexibilidade cognitiva (TFC), onde o processo de aprendizagem seria desenvolvido a partir de estudos de casos, trazendo um olhar sobre o que já ocorreu para formular soluções para os novos casos. Espera-se que ao desenvolver a Flexibilidade Cognitiva o sujeito seja capaz de aplicar os conceitos construídos em diferentes contextos; assim, faz-se necessário aprofundar e articular o conhecimento em múltiplas perspectivas, abstrair e, enfim, resolver novas situações (SPIRO; JEHNG, 1990).

Baseado na TFC, Carvalho (2011) apresenta o Modelo das Múltiplas Perspectivas (MoMuP) que dinamiza o papel do aluno no processo de ensino-aprendizagem, dando ao estudante uma independência sobre o conhecimento

construído, o que antes era meramente reproduzido passa a ser refletido e moldado. O MoMuP foi aplicado a distância, os estudantes receberam casos que são desconstruídos e analisados por questões formuladas, o caso é a peça chave deste modelo, o papel do professor é apresentar o minicaso e o estudante deve considerar os percursos temáticos que foram fornecidos pelo professor.

Macedo (2014) apresenta o MoMuP adaptado este foi aplicado presencialmente, onde o professor passa a mediar a reflexão acerca do caso e os estudantes apresentam um papel mais ativo na desconstrução do caso, a interação entre os pares promove uma diversidade de informações maior na fase de reconstrução. Os casos são baseados em filmes, livros e em fatos reais, são repartidos em mini casos que explicam o tema e por fim são comentados e relacionados com o conteúdo estudado.

Em 2015 Brayner-Lopes propõe o Modelo das Múltiplas Perspectivas de Pernambuco (MoMuP-PE), trazendo algumas modificações para atender às necessidades do olhar paradigmático, apresentando agora casos mais complexos do mundo real, onde o uso de vídeos, filmes ou textos podem servir para contextualizar o caso. Os minicasos harmonizam situações do caso que ajudam no aprofundamento de partes importantes do caso, por fim são organizados de forma sequencial que buscam explicitar o tema, dessa forma torna-se possível a reconstrução individual baseada no que foi discutido e nos conhecimentos pessoais. No MoMuP-PE o papel do professor é de mediar uma desconstrução de forma orientada e reflexiva e uma reconstrução articulada e paradigmática, cabendo aos estudantes estabelecerem autonomia sob suas construções conceituais. Desta forma o MoMuP-PE baseia-se na perspectiva sistêmico-complexa, levando em consideração a reelaboração articulada das partes para a compreensão do todo, essas alterações se fizeram necessárias para trabalhar com conceitos próprios da Biologia.

Brayner-Lopes (2015) ao concluir seus estudos identifica os constituintes do MoMuP-PE da seguinte forma:

- **Ocaso** como definido como: uma unidade complexa representada por acontecimentos concretos do mundo real, que pode ser

contextualizado por um filme, capítulo de um livro, tirinhas, vídeos, imagens, entre outros;

- Os **minicazos** como concatenações completas e interdependentes de um caso que auxiliam no reconhecimento e aprofundamento de aspectos importantes de sua análise;
- O **tema** por sua vez é a representação de um conjunto de conceitos relacionados para interpretar o caso;
- A **travessia temática** são conexões individuais baseadas em crenças e saberes que orientam/embasam a perspectiva de relações e a organização paradigmática de conteúdo.

Sá (2017) amplia a concepção de algumas categorias definidas por Brayner-Lopes (2015), são elas:

Os **comentários temáticos** possuem duas funções:

- a) Na **reconstrução** funcionam como orientação elucidativa, direciona o olhar para a compreensão conceitual destacado no caso ou minicaso, orientam também na materialização do conceito em diferentes contextos, facilitando a travessia temática;
- b) Na **desconstrução**, explicam como os temas ou conceitos se aplicam ao minicaso, nas **travessias temáticas** permitem observar a aplicabilidade dos **temas e conceitos** em diferentes minicazos.

Sá (2017) afirma que ao final do processo o aprendiz deverá ter desenvolvido novas habilidades, independentemente do nível de desenvolvimento conceitual, de modo a dar um novo significado a contextos a partir da ampliação da visão de mundo. Esta etapa foi denominada por Sá (2017) de **caso ressignificado**.

No que concerne a estruturação do MoMuP-PE a partir de um caso, apresentamos a seguir (quadro 01) uma breve evolução desde a sua origem, a partir da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) (SPIRO, 1988) e o quadro 02 elaborado por Sá (2017)

Quadro 1: Base cronológica para o MoMuP-PE

TFC (SPIRO, 1988)	Apresenta casos que já ocorreram a fim de proporcionar uma reelaboração na presença de outros casos, podendo assim utilizar o mesmo conhecimento em diversas situações.
-----------------------------	---

<p>MoMuP (CARVALHO,2011)</p>	<p>Os casos passam a serem refletidos e moldados, proporcionando ao estudante um maior protagonismo no seu processo de aprendizagem. Os casos são analisados através de questões previamente formuladas, este modelo foi aplicado a distância.</p>
<p>MoMuP adaptado (MACEDO,2014)</p>	<p>Os casos são baseados em filmes, livros e em fatos reais, são repartidos em minicasos que explicam o tema e por fim são comentados e relacionados com o conteúdo estudado. Neste modelo a mediação do professor para orientar as desconstruções é mais efetiva, visto que o modelo foi aplicado na forma presencial.</p>
<p>MoMuP-PE (BRAYNER-LOPES, 2015)</p>	<p>Apresenta casos mais complexos do mundo real e complexo visando a construção de uma visão paradigmática, traz os minicasos como concatenações dos casos que ajudam no processo de reconstrução articulada e paradigmática.</p>
<p>MoMuP-PE (Caso Resignificado) (SÁ, 2017)</p>	<p>Apresenta além dos aspectos estruturados propostos por Brayner-Lopes, o caso ressignificado que é a reconstrução dos estudantes acerca dos conteúdos trabalhados de acordo com o caso que norteou o estudo.</p>

Fonte: A autora.

Quadro 2: Etapas do MOMUP_PE a partir da Base de Orientação da Ação

Etapas/BOA (Base de Orientação da Ação)	Ações	MoMuP-PE
Motivacional	O professor planeja e orienta as atividades cognitivas. Etapa importante para despertar o interesse pelo tema. Deve propiciar reflexão e questionamentos que despertem o interesse pelo tema proposto para estudo.	Apresentação do caso: Unidade complexa representada por acontecimentos concretos do mundo real. Tema: conceitos relacionados para o estudo do caso
Estabelecimento da sequência de Atividade Orientadora da Ação – MoMuP-PE	Apresentação de modelo de atividade, contendo orientação, execução e controle, elementos estruturais e funcionais no desenvolvimento da atividade.	Caso – minicase – caso ressignificado
Formação da ação na forma material ou materializada	Realização da ação no plano externo, o aluno executa a ação sob controle do professor; nesse momento a atividade realiza-se no trabalho com pares ou em grupos.	<ul style="list-style-type: none"> - Minicase. - Construção de esquemas em parking lot e ao longo do processo; - Atividades acompanhadas (controle, orientação e travessias). - Elementos estruturais e funcionais: comentários temáticos: aprofundamentos conceituais, orientadores e mediadores.
Formação da ação no plano da linguagem externa	Os elementos da ação são representados de forma oral ou escrito. O aluno só tem acesso a sistemas simbólicos representando objetos. A ação se converte em uma ação teórica, com base em palavras e conceitos verbais.	<ul style="list-style-type: none"> - Caso (plurissignificado). - Minicase: (função cognitiva ou objeto de aprendizagem): - Esquemas em parking lot: atividades materializadas de forma orientadas (seminários, sistematizações, modelização, esquema conceitual, etc.).
Etapa mental	Momento no qual a linguagem interna se transforma em função mental interna, proporcionando ao aluno novos meios para o desenvolvimento do pensamento. Constitui a interiorização da ação.	- Processos cognitivos: desconstrução, travessias e reconstruções.

Fonte: Sá (2017)

2. INTRODUÇÃO

A Bioquímica é uma área do conhecimento que permeia entre a química e a biologia, e está presente como componente curricular de diversos cursos de graduação. Esta área de estudo envolve conteúdos de natureza abstrata, que se relacionam intensamente, e principalmente traçando relações entre o universo macro e o universo microscópico (MEGLHIORATTI; EL-HANI; CALDEIRA, 2009). Por esse motivo a bioquímica é uma ciência considerada difícil de ser aprendida, alguns trabalhos listam as principais dificuldades no ensino de ciências e atribuem tal dificuldade as práticas pedagógicas baseadas num paradigma cartesiano que visa a fragmentação do conteúdo (SÁ, 2017).

Para minimizar estas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica o paradigma emergente ou complexo, traz uma nova visão para as práticas pedagógicas onde o estudante é estimulado a construir o seu conhecimento com uma visão sistêmica dos conteúdos, conseguindo perceber as relações diretas e indiretas que afetam o metabolismo (BEHRENS, 2013). Por outro lado, a forma como o professor formou o conceito deve ser levada em consideração pois segundo Carneiro-Leão et.al (2009) o professor passa o conceito de forma semelhante a como ele aprendeu na sua formação inicial.

A prática pedagógica baseada no paradigma emergente vai além de um ensino baseado numa mera memorização e reprodução dos conteúdos, o estudante que antes precisava apenas reproduzir, agora é instigado a construir um pensamento crítico sobre o conhecimento podendo assim dar significado ao mesmo aproximando a aprendizagem da sua realidade, e podendo assim desenvolver a habilidade de aplicar o conhecimento construído em diversas realidades (BEHRENS, 2013).

Baseado nesta perspectiva Brayner-Lopes (2015) propõe o Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE), adaptando o Modelo das Múltiplas Perspectivas (MoMuP), proposto por Carvalho (2011). O MoMuP-PE oportuniza traçar caminhos que possibilitem a compreensão de conceitos de natureza sistêmico-complexa, através dos seus pressupostos teóricos metodológicos, que são etapas que devem ocorrer durante o processo de ensino-aprendizagem utilizando o modelo: a Desconstrução (orientada e

reflexiva), a Travessia Temática e a Reconstrução (articulada e paradigmática) (BRAYNER-LOPES, 2015).

A partir do contexto apresentado, este trabalho visa o desenvolvimento de uma proposta pedagógica capaz de corroborar no processo de ensino-aprendizagem de conceitos de natureza sistêmico-complexa na área da Bioquímica, num contexto de formação inicial de professores de Biologia.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Desenvolver, aplicar e investigar uma Sequência de Ações Didáticas, baseada no Modelo das Múltiplas Perspectivas de Pernambuco (MoMuP-PE), num contexto de formação inicial de professores de Biologia, tendo em vista a construção de conceitos em Bioquímica sobre metabolismo de Carboidratos e Lipídios.

3.2. Objetivos Específicos

- Elaborar uma SA para a construção de conceitos básicos de Bioquímica, trabalhados no Ensino Superior, envolvendo o estudo do metabolismo energético;
- Aplicar a SA desenvolvida e validada junto a estudantes do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas no primeiro ano de formação;
- Avaliar a viabilidade do MoMuP-PE enquanto Base de Orientação da Ação específica, para a construção e articulação dos conceitos abstratos, trabalhar na Biologia, em uma perspectiva sistêmico-complexa.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Natureza da Pesquisa

A presente proposta metodológica trata-se de uma pesquisa qualitativa de natureza interpretativa, cabendo ao pesquisador descrever uma pessoa ou cenário, analisar dados, identificar temas ou categorias e finalmente, fazer uma interpretação ou tirar conclusões sobre o seu significado (CRESWUELL,2007). A pesquisa envolve o estudo e elaboração de uma Sequência de Ações Didáticas, a partir das ideias de Zabala (1998), integrada aos pressupostos teórico e metodológico do MoMuP-PE, descrito por Brayner-Lopes (2015) e Sá (2017), objetivando desenvolver uma proposta de ação pedagógica inovadora, para o estudo de conceitos de difícil mediação simbólica em Biologia.

4.2. Contexto da Pesquisa

A pesquisa foi realizada numa turma do segundo período do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na disciplina Bioquímica dos Sistemas. A referida disciplina compõe a matriz curricular obrigatória do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da (UFRPE), sendo ofertada aos discentes durante o segundo período, por se tratar de uma disciplina do ciclo básico, sendo antecedida pela disciplina de Bioquímica Molecular, ofertada no primeiro período do curso.

4.3. Instrumento de Coleta de Dados

Para a realização da pesquisa foi feito o acompanhamento da turma de modo integral no decorrer do semestre segundo letivo do ano de 2018, por meio de presença nas aulas, registro das atividades através de anotações em caderno de campo e coleta do material produzido, incluindo um questionário de avaliação de concepções prévias, de produções coletivas e produções individuais. Consideramos esses tipos de registros importantes por que permitem recolher informações e aspectos que buscam a compreensão dos fatos e relações, ou seja, “possibilitam conhecer o período histórico e social das ações e reconstruir os fatos e seus antecedentes, pois se constituem de

manifestações registradas de aspectos da vida social do grupo escolhido” (OLIVEIRA, 2007, p. 210).

Mediante a apresentação e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) por parte da docente, foi realizado o acompanhamento das aplicações da SAD.

4.4. Elaboração da SAD

A Sequência foi elaborada a partir dos pressupostos de Zabala (1998), que considera uma Sequência de Atividade como sendo uma maneira de ordenar em sequência e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática, sendo essa unidade didática as sequências de atividades estruturadas para a realização de certos objetivos educacionais determinados.

A SAD foi fundamentada nos pressupostos teórico-metodológico do MoMuP-PE, que trabalha com um único caso, o qual pode ser visto por várias perspectivas constituindo unidades menores- os Minicasos, que exploram aspectos particulares do caso, ajudando a elucidá-lo. Durante o processo de internalização conceitual, observam-se aspectos processuais específicos reconhecidos por Brayner-Lopes (2015) tais como:

(1) Desconstrução orientada e reflexiva: aprofundamento conceitual na perspectiva da Biologia sistêmico-complexa através da construção individual de um Esquema Conceitual em *parking lot* (EPCL);

(2) Reconstrução articulada e paradigmática: Reelaboração das articulações conceituais na construção de no EPCL, coletivo e cooperativo.

Brayner-Lopes (2015) estruturou o MoMuP-PE que posteriormente foi complementado com a colaboração dos estudos de Sá (2017).

Quadro 3 – Aspectos estruturadores 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 conteúdo, 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 conteúdo.
Caso ressignificado	Ao final do processo o estudante deverá apresentar novas habilidades, independentemente do nível de desenvolvimento conceitual. Significa dar um novo significado a contextos a partir da ampliação da visão de mundo.

Fonte: Adaptado de Brayner-Lopes (2015) e Sá (2017)

A SAD foi planejada junto ao professor responsável pela disciplina, sendo a sua aplicação realizada em três aulas consecutivas durante a disciplina de Bioquímica dos Sistemas, previamente vinculadas ao plano de ensino semestral do segundo semestre letivo de 2018 (2018.2). Assim sendo, a sala de aula forneceu um contexto favorável para a construção e articulação de conceitos de forma problematizada, caracterizando um ambiente viável à investigação a qual se propõe a presente pesquisa.

4.5. Validação da SAD

A SAD foi validada seguindo os critérios de Méheut (2005), vale destacar que o referido autor trabalhou numa perspectiva de Sequência Didática, nós estamos trabalhando na perspectiva de Sequência de Ações Didáticas que corrobora com os estudos de Sá (2017) onde analisou o MoMuPE sob a Luz da Teoria Histórico Cultural, na perspectiva de ações que são internalizadas e materializadas, na qual se faz necessário que a sua aplicação siga algumas orientações que permitam a sua validação a *posteriori*, seja ela, interna ou externa. A validação de forma interna, segundo os critérios de Méheut (2005),

requer que o pesquisador siga algumas orientações durante a sua aplicação. Como a validação interna é realizada através da observação dos efeitos da Sequência de Ações Didáticas em relação aos seus objetivos, ou seja, se as atividades presentes na Sequência pesquisada realmente levam os estudantes a alcançarem os objetivos propostos por ela mesma; essa validação é feita comparando as vias de aprendizagem/caminhos cognitivos reais que os estudantes efetivamente desenvolveram, através da SAD, com as vias de aprendizagem/caminhos cognitivos esperados conforme planejado nos objetivos iniciais do docente (MÉHEUT, PSILLOS, 2004; MÉHEUT, 2005).

Para possibilitar essa comparação foi necessário que os estudantes participantes da pesquisa passem por um pré-teste, onde foi avaliado o seu conhecimento prévio sobre o conceito abordado; e um pós-teste, ao término das aulas com o ensino inovador, de forma a avaliar o conhecimento construído de cada discente ao final da SAD. Para acompanhar e avaliar a trajetória dos estudantes durante a aplicação da Sequência, outros recursos, como áudio/vídeo gravação e diário do professor/classe podem ser utilizados (PSILLOS; KARIOTOGLOU, 1999).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Planejamento da SAD

O Planejamento da SAD foi realizado de acordo com o MoMuP-PE (BRAYNER-LOPES, 2015; SÁ, 2017), e envolveu a delimitação dos objetivos da disciplina, no que diz respeito a articulação entre os pontos do conteúdo programático que estarão presentes no estudo, bem como sua respectiva base teórico-metodológica (Quadro 3). A partir dos critérios descritos no quadro 3, foi elaborada uma SAD com a finalidade de apresentar o metabolismo energético de forma problematizada, a partir do caso “Obesidade Infantil”, o qual serviu de cenário para trabalhar a construção de conceitos relacionados ao metabolismo dos carboidratos e lipídeos de uma forma atrelada a uma temática de abrangência social, tendo em vista a busca de um processo de ensino-aprendizagem mais significativo.

O caso foi apresentado a partir do artigo intitulado “Obesidade Infantil: análises antropométricas, bioquímicas, alimentares e estilo de vida (PAIVA et al, 2018). Como comentários temáticos, foram utilizados trechos do filme “Muito Além do peso²” e uma matéria intitulada “Boa alimentação começa na escola”³⁴

²O documentário Muito Além do Peso (disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=8UGe5GiHCT4>, acesso em 04/08/2017) conta com 01 hora e 24 minutos de duração e é resultado de uma parceria do Instituto Alana com a empresa Maria Farinha Filmes. Muito Além do Peso foi lançado em novembro de 2012 objetivando a sensibilização e mobilização da sociedade sobre os problemas decorrentes do consumismo na infância e apresenta múltiplas abordagens. Os trechos retirados do filme abordam questões sobre: obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares, alimentos industrializados, obesidade infantil, má alimentação e sua origem em diversos pontos de vista (socioeconômico, cultural e agroindustrial).

³BOA ALIMENTAÇÃO COMEÇA NA ESCOLA: Matéria publicada no Jornal do Comercio em 06 de março de 2016.

Quadro 4: Planejamento da SAD com base nos pressupostos teóricos do MoMuP-PE

ETAPAS (ZABALA,1998)	PERCURSO METODOLÓGICO	AÇÕES / BASE TEÓRICO- METODOLÓGICA (BRAYNER-LOPES, 2015; SÁ, 2017)
PLANEJAMENTO	Planejamento e orientação das atividades cognitivas, buscando reflexão e questionamento.	Apresentação do Caso e do Tema Comentários temáticos
APLICAÇÃO	Análise das concepções prévias por meio de Questionário; Apresentação do Caso: obesidade infantil Elaboração de perguntas norteadoras para desenvolver o Caso. Apresentação de comentários temáticos Aprofundamento conceitual dialogado Atividades avaliativas: Produção Coletiva: Construção de esquemas conceituais em Parking Lot. (ECPL: Macêdo, 2014) Produção individual: avaliação problematizada	Apresentação do modelo de atividades, contendo orientação, execução e controle. A ação se converte em uma ação teórica (interna), com base em palavras e conceitos verbais (Internalização). Realização da ação no plano externo, sob orientação do professor, de forma individual ou em grupo (Materialização). Processos cognitivos: desconstruções, travessias e reconstruções.
AVALIAÇÃO	Análise da construção de conceitos: Validação	Os elementos da ação são representados de forma oral ou escritos, se convertendo em ações teóricas com base em palavras e conceitos verbais. Caso ressignificado

Fonte: A autora

5.2. Questionário para Avaliação das concepções prévias dos estudantes

A perspectiva de avaliar as concepções prévias e os conhecimentos construídos, ocorreu porque espera-se que após a aplicação da SAD ocorra uma reelaboração conceitual por parte dos estudantes. Teixeira (2010), propõe a avaliação das concepções prévias para a construção de ferramentas

facilitadoras da aprendizagem na prática docente, e dessa forma desenvolvemos neste trabalho. Sendo assim, a partir do objetivo da SAD foi possível traçar objetivos de avaliação e ações orientadas, onde o objetivo de avaliação se configura como sendo o estabelecimento de metas a serem alcançadas cognitivamente, diante de um conceito trabalhado. Significa ainda acompanhar cognitivamente a reelaboração conceitual do discente, do senso comum para o conhecimento construído (previsto).

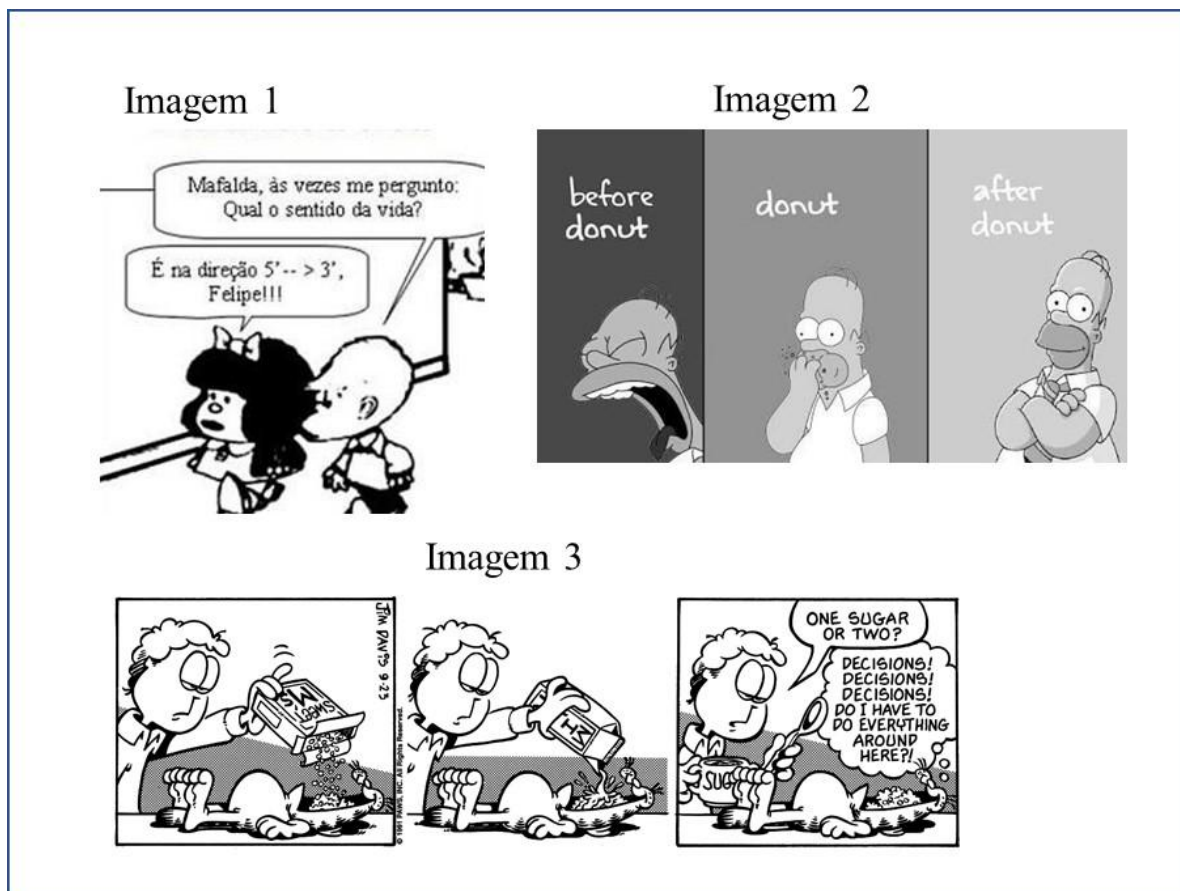
Assim sendo, a SAD aplicada pode representar uma ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem, orientando os estudantes para a reelaboração conceitual. Desta forma, a SAD só será realmente validada, caso no final da intervenção, ocorra à reelaboração conceitual esperada por parte dos estudantes, reelaboração essa, que deve ser relacionada com o objetivo inicial previsto na SAD. Espera-se que as lacunas conceituais encontradas no questionário de verificação do conhecimento prévio, apareçam em forma de conhecimento construído na atividade final

Na presente pesquisa, o questionário foi composto por duas questões orientadoras (Quadro 4) atreladas à três imagens (Figura 1).

Quadro 5: Questões que compõem o questionário de verificação do conhecimento prévio.

Ações para Internalizar e Materializar	Perspectiva de Avaliação
Questão 1: A partir das imagens observadas (Imagem 1, 2 e 3) preencha o quadro abaixo com palavras relacionadas ao que você aprendeu acerca da bioquímica até hoje!	Avaliar o conhecimento de conceitos bioquímicos a partir de situações do cotidiano, veiculados a personagens da ficção, mas que poderiam ser transpostos a situações reais.
Questão 2: Você acha possível falarmos de metabolismo a partir de alguma imagem acima? Caso sim, qual delas? Justifique com suas palavras.	Avaliar a percepção do estudante acerca da relação entre a alimentação, o contexto do indivíduo, as consequências fisiológicas e o metabolismo energético.

Figura 1: Imagens utilizadas no Questionário de Verificação do conhecimento prévio



Fonte

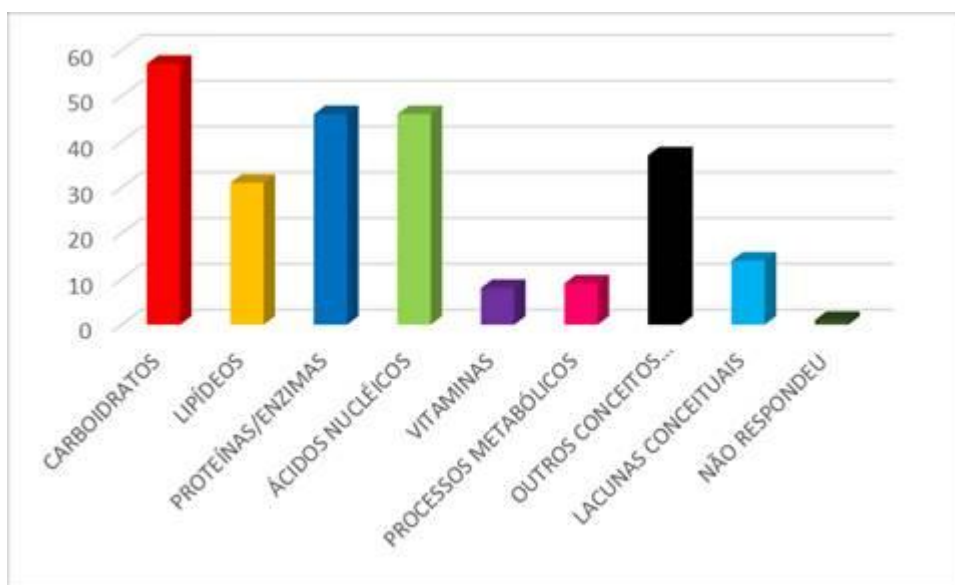
Imagem 1 <http://ead.hemocentro.fmrp.usp.br/joomla/index.php/publicacoes/folhetins/469-dna-o-sentido-da-vida> Acesso em 14/09/2018

Imagem 2. : <https://br.pinterest.com/pin/353814114447229772/>. Acesso em 14/09/2018.

Imagem 3 Google. Acesso em 14/09/2018.

Os resultados do questionário de verificação do conhecimento prévio foram analisados, de modo que para a questão 1 foram separados grupos de palavras e contabilizado quantas vezes foram citados os conceitos ou palavras relacionadas a cada grupo, conforme mostrado no Gráfico 1, onde foi possível perceber a maioria dos estudantes fizeram uma articulação entre as imagens e as principais classes de macromoléculas bioquímicas, entretanto trouxeram palavras mais relacionadas à aspectos gerais dos processos bioquímicos. Esse fato pode ser atribuído ao fato de estarem cursando uma disciplina a qual tem como pré-requisito uma disciplina de bioquímica básica.

Gráfico 1: Grupos de Classificação das palavras descritas na pergunta 1 do Questionário de Verificação do Conhecimento Prévio



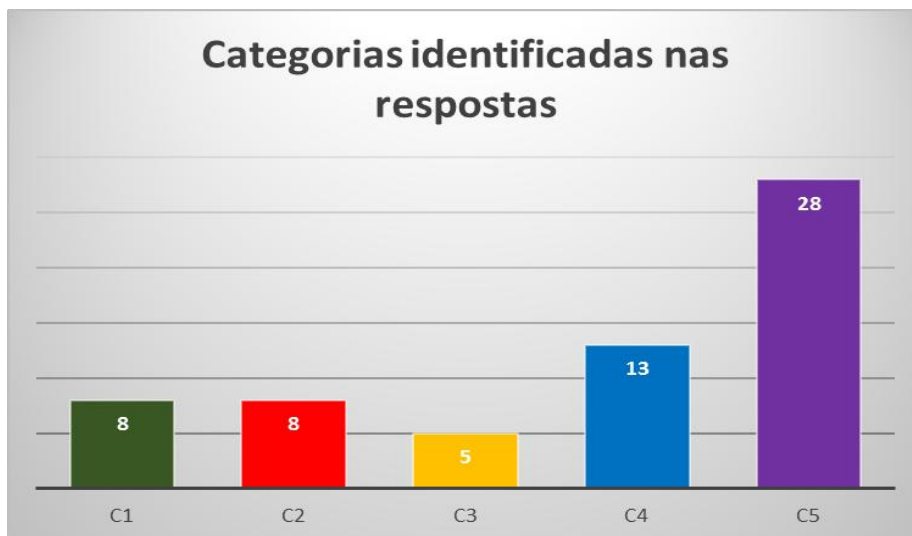
Na questão 2, onde os estudantes foram direcionados a uma elaboração mais aprofundada acerca da articulação das imagens com processos metabólicos, as respostas foram analisadas a partir de cinco categorias (C1, C2, C3, C4 E C5), construídas em função das repostas , conforme descrito no Quadro 5.

Quadro 6: Categorias de análise elaboradas a partir das respostas da Questão 2

CATEGORIA	ABORDAGEM ANALIZADA NAS RESPOSTAS
C1	Relação entre alimentação e processos metabólicos.
C2	Identificação do alimento como fonte de energia para o funcionamento metabólico.
C3	Articulação entre o Macrouniverso dos personagens e processos moleculares presentes no metabolismo energético.
C4	Consequências Fisiológicas proveniente da ingestão dos alimentos presentes nas imagens.
C5	Lacunas Conceituais.

A identificação das categorias nas respostas dos estudantes estão demonstradas no Gráfico 2, onde foi possível observar que os casos de Lacuna conceitual esteve presente em grande parte das respostas.

Gráfico 2: Categorias identificadas nas respostas dos QVCP



5.3. Aplicação da SAD

Embora a disciplina tenha sido registrada integralmente em 2018.2, para a presente pesquisa iremos delimitar nossa investigação nas aulas envolvendo a temática *Metabolismo Energético* (16 encontros). Esse recorte foi feito por concentrar inúmeras possibilidades de articulações com outros conceitos da Bioquímica, relacionados ao micro e ao macro universo biológicos. A partir dessa temática, foram desenvolvidos os seguintes subtemas temas: controle da glicemia, metabolismo da glicose (glicólise e gliconeogênese), metabolismo do glicogênio (glicogênese e glicogenólise), ciclo do ácido cítrico, fosforilação oxidativa (cadeia transportadora de elétrons), biossíntese dos ácidos graxos, beta-oxidação, lipogênese e lipólise. Nesse contexto, a temática foi incorporada a uma SAD, conforme resumido no Quadro 6.

Quadro 7: Elementos da SAD

Atividade	Conteúdo Específico
Debate do Artigo: “Obesidade Infantil: análises antropométricas, bioquímicas, alimentares e estilo de vida”	Relação entre os carboidratos ingeridos da alimentação e a obtenção de energia na forma de ATP. Abordagem da Via Glicolítica
Apresentação de trechos do Filme documentário: “Muito além do peso”	Glicólise, ciclo do ácido cítrico e cadeia transportadora de elétrons. Gliconeogênese
Leitura de texto sobre alimentação infantil nas escolas.	Metabolismo do Glicogênio
Aprofundamento do estudo das vias metabólicas por meio de esquemas	
Estudo Problematizado de um caso hipotético de desenvolvimento de obesidade	
Estudo Problematizado de um caso hipotético de uma dieta restritiva de carboidratos	Beta-oxidação de ácidos graxos, cetogênese, lipólise
<p>Atividade Coletiva: Construção de EPLC⁵</p> <p>Perguntas orientadoras, (A) e (B).</p> <p>(A) - Entendendo os riscos da Obesidade para as crianças. “Considerando as alterações bioquímicas e fisiológicas decorrentes da obesidade, quais os possíveis riscos à saúde das crianças, no que concerne o desenvolvimento de uma Diabetes Mellitus tipo 2 e de uma dislipidemia? ”</p> <p>(B) – Buscando uma solução para a obesidade infantil. “Considerando a obesidade como uma condição multifatorial, proponha estratégias que representem medidas de combate à obesidade infantil. Justifique cada estratégia explicando como a mesma pode repercutir no metabolismo energético, de modo a se tornar uma medida eficaz no controle da obesidade.”</p>	

5.4. Análise dos Esquemas Conceituais em *Parking Lot* (ECPL)

A última etapa da SAD consistiu na construção dos Esquemas Conceituais em *Parking Lot* (ECPL), tendo em vista avaliarmos a construção e

⁵Os Esquemas Conceituais em *Parking Lot* (ECPL) consistem em conceitos, palavras-chave e/ou imagens que partem de um kit conceitual. As construções são norteadas por uma questão orientadora (MACÊDO, 2014).

articulação dos conceitos trabalhados na temática referente ao metabolismo de carboidratos e lipídeos. Macêdo (2014) considera que a construção de Esquemas Conceituais em *Parking Lot* (ECPL) configura uma oportunidade para o desenvolvimento de uma visão articulada dos conceitos e assinala que esse objetivo pode ser alcançado se a construção dos esquemas seguir os princípios norteadores listados abaixo:

- 1) Possibilitar o desenvolvimento de esquemas mais flexíveis para a representação de estruturas conceituais mentais, portanto, permite que os participantes escolham termos e conceitos pelos quais desejam iniciar a sua construção, sem que haja uma obrigatoriedade em estabelecer uma hierarquia entre termos e conceitos mais importantes ou menos importantes para a compreensão do tema;
- 2) Permitir o registro e análise das concepções dos participantes por meio de signos e símbolos linguísticos e/ou imagens;
- 3) Favorecer as articulações e conexões entre conceitos nos diferentes segmentos ou domínios do Esquema Conceitual (MACÊDO, 2014, p. 46).

Diante disso, é válido salientar que este modelo foi adaptado a partir do mapa conceitual em *Parking Lot* (NOVAK & CAÑAS, 2010), ou seja, trata-se de uma representação esquemática articulada construída a partir um conjunto de conceitos propostos aos participantes, a partir de uma questão norteadora (BRAYNER-LOPES, 2015). A questão orientadora utilizada para orientar a construção do ECPL e a sua perspectiva de avaliação estão dispostas abaixo (Quadro 7), os estudantes receberam um quadro de palavra onde eles poderiam adicionar mais palavras caso julgassem necessário (Quadro 8):

Quadro 8: Questão orientadora para construção do ECPL

Questão orientadora para construção do ECPL	Perspectiva de Avaliação
Questão 1: Considerando as alterações bioquímicas e fisiológicas decorrentes da obesidade, quais os possíveis riscos à saúde das crianças, no que concerne o desenvolvimento de uma Diabetes Mellitus tipo 2 e de uma dislipidemia?	Avaliar o conhecimento de conceitos bioquímicos a partir de situações do cotidiano, atrelado ao caso estudado e aos distúrbios que podem ser causados a partir dessa condição bem como as vias metabólicas podem ser alteradas de

	acordo com o ambiente em que o indivíduo está inserido.
--	---

Quadro 9: Quadro de palavras que os estudantes receberam para orientar a construção do ECPL.

Lipogênese	Glicólise	Glicerol	Insulina	Glucagon	Lipólise	Acetil-CoA
Mitocôndria	CTE	Hexoquinase	Ciclo do ácido cítrico	Glicogênio	Acetil-CoA citosólica	Ácido graxo sintase
Colesterol	Carnitina	Carboidratos	Piruvato	Gliconeogênese	TAG	Ansiedade
Sedentarismo	Adipócito	Cortisol	ATP	Gordura	Glicogenólise	Estresse
Adrenalina	AG	β oxidação	GLUT	Lançadeira	Adrenalina	Lactato

Cada um dos sete grupos de trabalho (GT), no qual a turma foi subdividida, produziram um ECPL (Figuras 2 a 8) a partir da SAD aplicada na turma. Em seguida, realizamos uma pré-análise dos esquemas tendo em vista o desenvolvimento das categorias de análise (K1, K2, K3 E K4), as quais estão descritas no quadro 9.

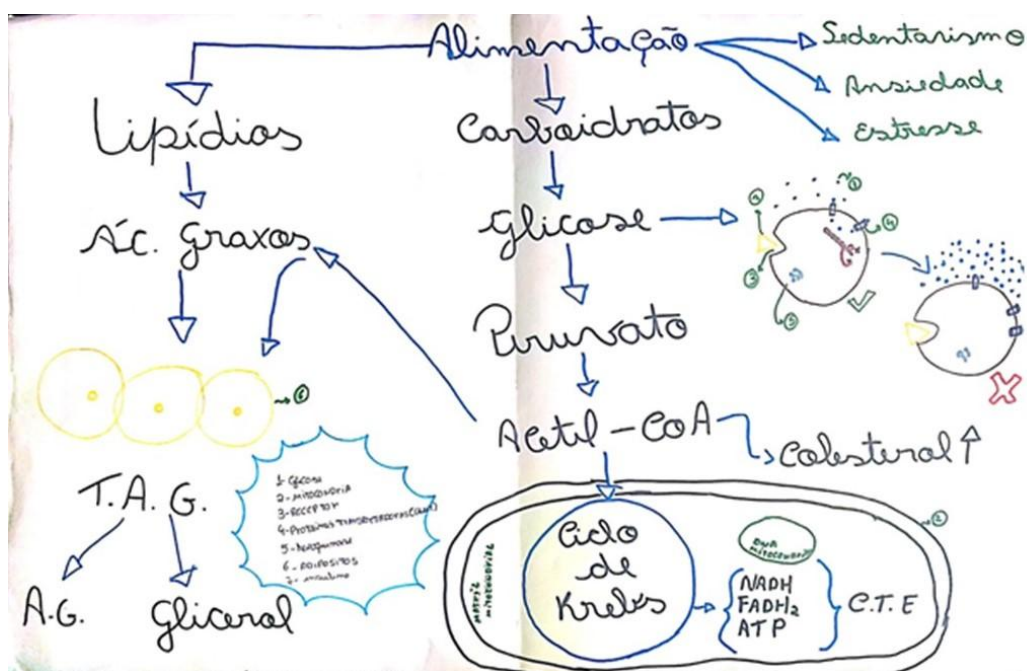


Figura 2: EPCL do GT1.

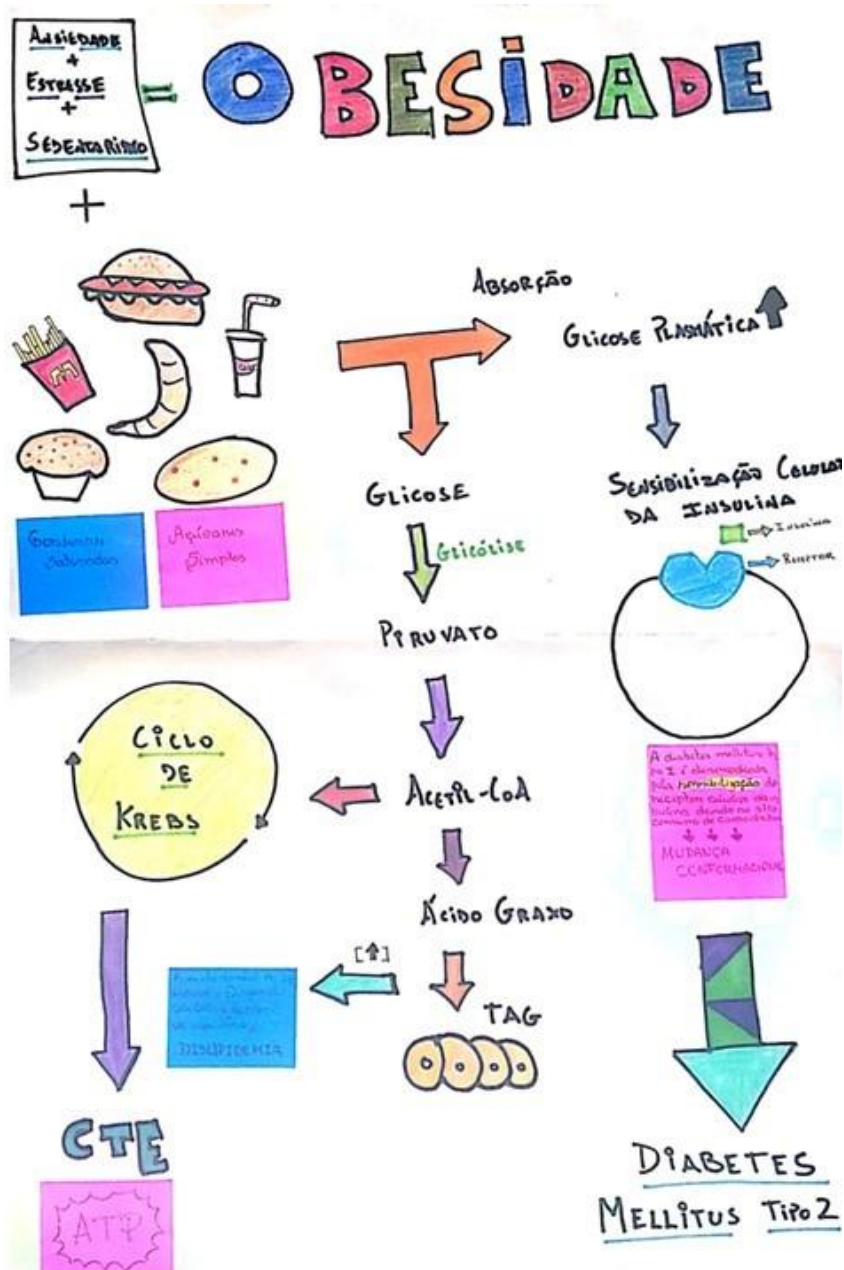
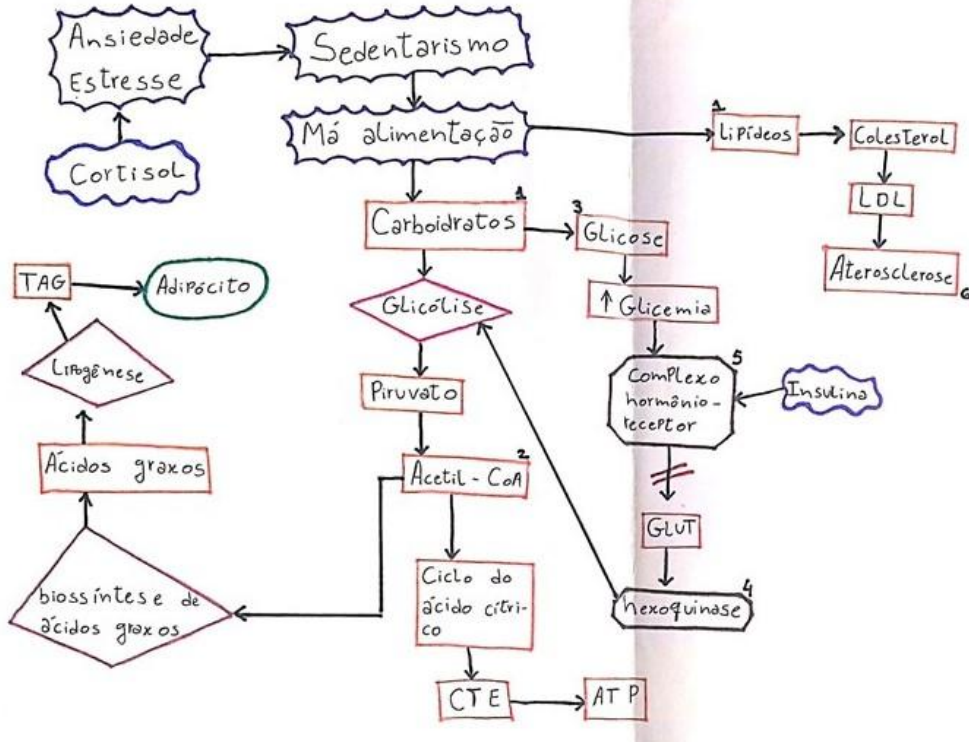


Figura 3: ECPL do GT 2

Quadro metabólico da Obesidade



- 1- INGESTÃO EXCESSIVA
- 2- ALTA CONCENTRAÇÃO DE ACETIL-COA
- 3- INGESTÃO
- 4- ATIVIDADE
- 5- PROBLEMA NO RECEPTOR INIBINDO O GLUT AGIR

Figura 4: ECPL do GT 3.

ESQUEMA

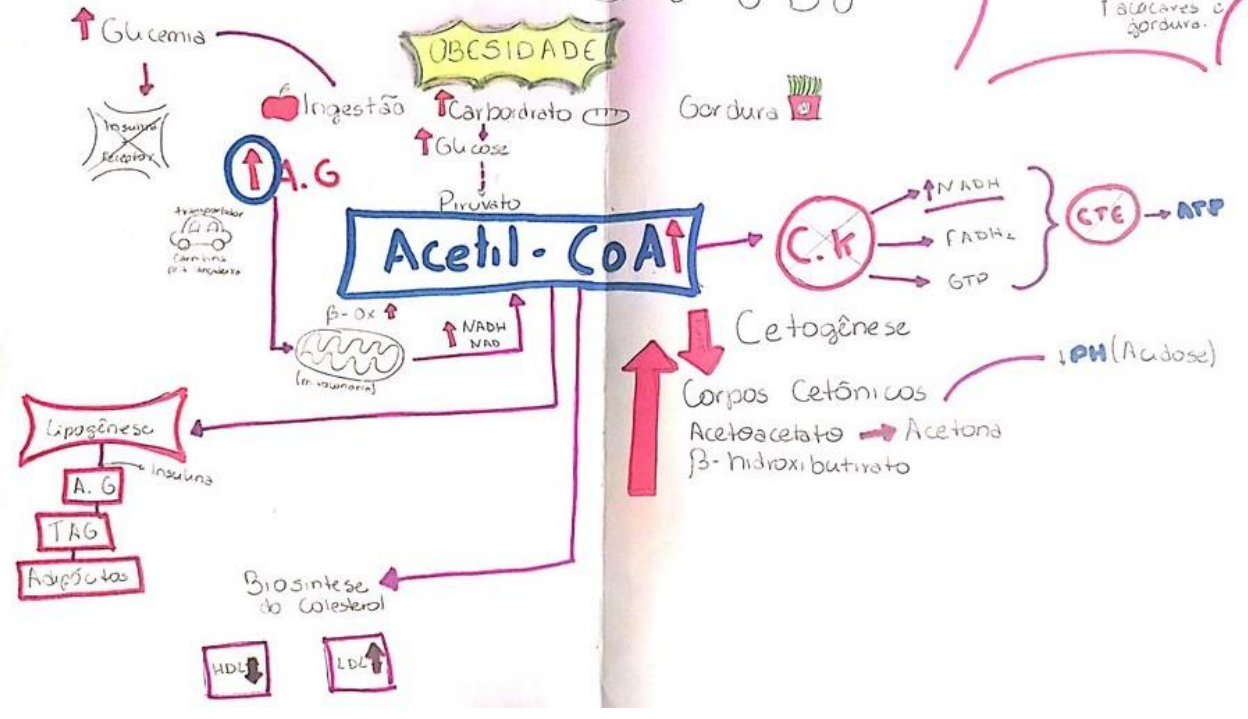


Figura 5: ECPL do GT 4.

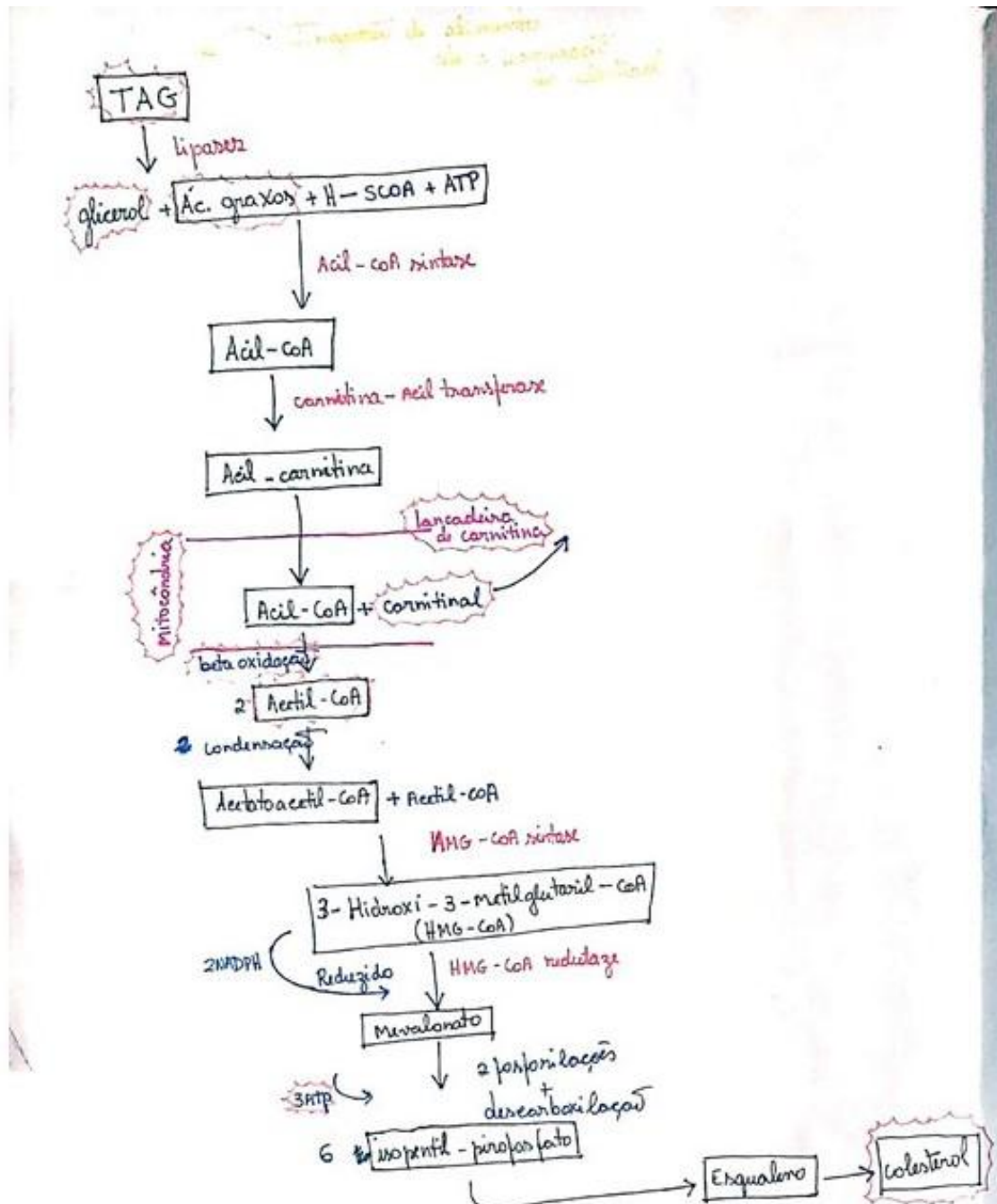


Figura 8: ECPL do GT 7 (parte 1).

As principais alterações bioquímicas que podem desencadear diabetes mellitus tipo 2 são decorrentes de alterações glicêmicas e lipídicas provocadas por uma má alimentação, geralmente baseada em excesso de açúcares, gorduras saturadas, alimentos processados com baixo teor nutritivo. Também associados ao baixo consumo de produtos in natura como frutas, verduras e leguminosas, e o sedentarismo ou a insuficiência de práticas de exercício físico, também provocam alterações fisiológicas no organismo, um exemplo disso é a obesidade, uma doença multifatorial que pode ser o ponto de partida para vários outros problemas de saúde, principalmente em crianças.



Figura 9: ECPL do GT 7 (parte 2).

Quadro10: Categorias de Análise para os ECPL.

CATEGORIA	ABORDAGEM ANALIZADA NAS RESPOSTAS
K1	Utilização correta dos conceitos bioquímicos.
K2	Articulação conceitual entre as vias metabólicas envolvidas.
K3	Consequências Fisiológicas decorrentes de uma alimentação inadequada (rica em carboidrato simples, bem como rica em gordura).
K4	Lacunas Conceituais.

Categoria K1 - Utilização adequada dos conceitos bioquímicos

A categoria tem como intencionalidade investigar se as equipes utilizaram corretamente os conceitos bioquímicos, no que concerne o significado de cada conceito e como esse conceito foi explorado, de modo a analisar aprofundamento teórico acerca do conteúdo específico. O quadro abaixo representa a análise conceitual dos ECPLs na referida categoria.

Quadro 11: Análise da categoria K1 - Utilização adequada dos conceitos bioquímicos

ECPL	ANÁLISE
GT01	Utilizou os conceitos bioquímicos de forma correta, apresentando as macromoléculas estudadas nos encontros (carboidratos e lipídeos) obtidas através da alimentação bem como o percurso metabólico destas (MURRAY; GRANNER; RODWELL, 2010). A glicose sofre reações metabólicas até formar a acetil-CoA que é um intermediário do ciclo de Krebs gerando carreadores de elétrons que seguem para a cadeia transportadora de elétrons (NELSON 2018), a acetil- CoA quando em excesso segue para a biossíntese de ácidos graxos. Os lipídeos serão armazenados no adipócito em forma de triacilglicerol, e posteriormente podem ser quebrados em ácidos graxos e glicerol.
GT02	Utilizou os conceitos de forma correta demonstrando alguns alimentos ricos em carboidratos simples e gorduras saturadas, através da absorção das macromoléculas a glicose plasmática é elevada

	<p>levando a sensibilização do receptor de insulina (MARZZOCO, 1999) o que pode resultar em Diabetes Mellitus tipo 2; a glicose absorvida segue o percurso da glicólise gerando piruvato e seguindo para o ciclo de Krebs e posteriormente para a cadeia transportadora de elétrons (NELSON, 2018) a acetil- CoA gerado também pode seguir para a biossíntese de ácidos graxos que serão armazenados nos adipócitos podendo esse excesso levar a dislipidemia (XAVIER, 2013).</p>
GT03	<p>O grupo aborda o hormônio cortisol como gatilho para fazer algumas vias metabólicas mais ativas do que outras num contexto de estresse, ansiedade, sedentarismo e má alimentação. O consumo em excesso de lipídeos e carboidratos dentro deste contexto torna mais ativas vias metabólicas que podem levar a dislipidemias e diabetes mellitus, a glicólise também está ativa em uma série de reações formando o acetil-CoA que pode entrar no ciclo de Krebs (NELSON, 2018) e seguir para a cadeia transportadora de elétrons, ou seguir para a biossíntese de ácidos graxos.</p>
GT04	<p>O grupo consegue utilizar os conceitos bioquímicos de forma correta e traz o acetil-CoA como molécula intermediária de vias metabólicas das duas macromoléculas estudadas, a glicose em excesso pode gerar a obesidade (BAYNES, 2019) e também serve para formar o acetil-CoA, este pode seguir diversos caminhos como a cetogênese, biossíntese de colesterol, ciclo do ácido cítrico e a biossíntese de ácidos graxos seguida de uma lipogênese (MARZZOCO, 1999).</p>
GT05	<p>O grupo parte da alimentação derivando todas as rotas metabólicas possíveis num contexto de obesidade, neste esquema também sinalizado que alguns caminhos metabólicos levam a dislipidemias e diabetes mellitus tipo 2.</p>
GT06	<p>O esquema demonstra todas as vias metabólicas num contexto de obesidade podem gerar dislipidemias e diabetes mellitus tipo dos, mas as vias não estão detalhadas passo a passo, as setas indicam diretamente qual o “destino final” de cada macromolécula.</p>
GT07	<p>Descreve detalhadamente o caminho metabólico dos lipídeos,</p>

	citando as enzimas que catalisam as reações como a carnitina acil transferase, acil CoA sintase, HMG CoA redutase (NELSON, 2018), bem como as moléculas intermediárias de forma correta.
--	--

Categoria K2 - Articulação conceitual entre as vias metabólicas envolvidas

A categoria tem como intencionalidade investigar de forma paradigmática, de modo a analisar a articulação conceitual de forma sistêmico-complexa, visto que compreende um pressuposto teórico do MoMuP-PE, que fundamenta a referida SAD. O quadro baixo representa a análise conceitual dos ECPLs na referida categoria.

Quadro 12: Análise da categoria K2 - Articulação conceitual entre as vias metabólicas envolvidas

ECPL	ANÁLISE
GT01	O grupo 1 articula a via a produção de Acetil-CoA através da glicólise com a biossíntese de ácidos graxos e biossíntese de colesterol, entretanto os fatores externos que neste esquema são sedentarismo, ansiedade e estresse, aparecem no esquema de forma desarticulada como se não exercessem influências sobre os percursos metabólicos.
GT02	O grupo 2 consegue articular a ingesta de alimento ao aumento da glicose plasmática e a uma possível sensibilização do receptor de insulina podendo gerar uma diabetes mellitus tipo 2, o acetil-CoA proveniente da glicólise e articulado com a biossíntese de lipídeos as vias estavam representadas de forma implícita, sem as respectivas denominações, o que demonstra a compreensão dos conceitos sem necessitar reproduzir a forma que vem sendo descrita nos esquemas usuais.
GT03	O grupo 3 articula as vias com fatores externos e com a ação do

	hormônio cortisol, mais uma vez o acetil-CoA em situação de ingestão excessiva de nutrientes é apresentado como intermediário na biossíntese de lipídeos.
GT04	O grupo 4 consegue integrar as vias que os ECPLs anteriores articularam, porém, utilização a molécula de acetil-CoA como centro do esquema sendo esta proveniente não apenas da glicólise mais também da beta-oxidação, e além da biossíntese de lipídeos o acetil-CoA também poderia seguir para a cetogênese, entretanto a ação da insulina é demonstrada desarticulada do processo de alimentação ou do estado alimentado, as vias não foram descritas passo a passo demonstrando a capacidade da utilização do conceito de forma coerente sem precisar executar um passo a passo das vias metabólicas.
GT05	O grupo 5 articulou o contexto em que o indivíduo está inserido a alimentação atuando sobre as vias metabólicas, demonstrando como é possível produzi gordura através de uma alta ingestão de carboidratos.
GT06	O grupo 6 conseguiu articular o contexto do indivíduo, uma alimentação inadequada e as dislipidemias, aterosclerose e diabetes através de setas demonstrando diretamente o produto final de cada via metabólica demonstrada.
GT07	<u>O grupo 7 não conseguiu articular as vias metabólicas. A ingestão de carboidratos, digestão e as vias metabólicas percorridas foram descritas detalhadamente com seus intermediários e enzimas demonstrados, porém não se articulou com situação externas nem com a via dos carboidratos que não foi nem demonstrada.</u>

K3 Consequências fisiológicas decorrentes de uma alimentação inadequada (rica em carboidrato simples, bem como rica em gordura)

A categoria tem como intencionalidade investigar a contextualização do conteúdo específico, a partir da conexão entre processos bioquímicos e fisiológicos à contextos patológicos, representados na questão condutora pela obesidade infantil e suas consequências. O quadro baixo representa a análise conceitual dos ECPLs na referida categoria.

Quadro 13: Análise da categoria K3 - Consequências fisiológicas decorrentes de uma alimentação inadequada

ECPL	ANÁLISE
GT01	<u>O grupo não integrou uma alimentação inadequada com consequências fisiológicas, de modo que não se integra na presente categoria.</u>
GT02	O ECPL do grupo 2 demonstra o surgimento das dislipidemias e da diabetes mellitus tipo 2 como consequências fisiológica fruto de uma alimentação inadequada e de fatores externos em indivíduos obesos.
GT03	<u>O grupo não integrou uma alimentação inadequada com consequências fisiológicas, de modo que não se integra na presente categoria.</u>
GT04	<u>O grupo não integrou uma alimentação inadequada com consequências fisiológicas, de modo que não se integra na presente categoria.</u>
GT05	O ECPL do grupo 5 demonstra o acúmulo de gordura como um fator que pode gerar dislipidemias.
GT06	O ECPL do grupo 6 demonstra as vias metabólicas e a aterosclerose e a obesidade aparecem como consequência de um excesso de consumo de gorduras e carboidratos, a possível sensibilização dos receptores de como um fator que pode levar a diabetes mellitus tipo 2.
GT07	<u>O grupo não integrou uma alimentação inadequada com consequências fisiológicas, de modo que não se integra na presente categoria.</u>

A categoria tem como intencionalidade investigar o uso inadequado dos conceitos, bem como as fragilidades em integrar os processos bioquímicos e realizar um aprofundamento teórico. O quadro abaixo representa a análise conceitual dos ECPLs na referida categoria.

Quadro 14: Análise da categoria K4 - Lacunas conceituais

ECPL	ANÁLISE
GT01	O esquema suprime os processos que resultam nas patologias descritas na questão, de modo que não explora os conceitos de maneira esperada.
GT02	O grupo contempla a questão, entretanto caberia uma maior aprofundamento conceitual.
GT03	O grupo contempla a questão, entretanto caberia uma maior aprofundamento conceitual.
GT04	O esquema suprime os processos que resultam nas patologias descritas na questão, de modo que não explora os conceitos de maneira esperada.
GT05	Embora o grupo descreva vias metabólicas corretamente, ele não faz a devida conexão dos eventos metabólicos, bem como a associação com as doenças, como propõe a questão.
GT06	O grupo relaciona o processo de lipogênese com a aterosclerose bem como com o colesterol, entretanto a formação de placas ateroscleróticas deve-se a deposição de lipoproteínas LDL nos vasos sanguíneos.
GT07	O grupo não representa a via metabólica dos carboidratos, mas a diabetes mellitus tipo 2 é citada em forma de texto, porém ela não é explicada num contexto bioquímico, tal fato pode ser atribuído a dificuldade de integrar os conceitos com os fatores externos e as consequências fisiológicas.

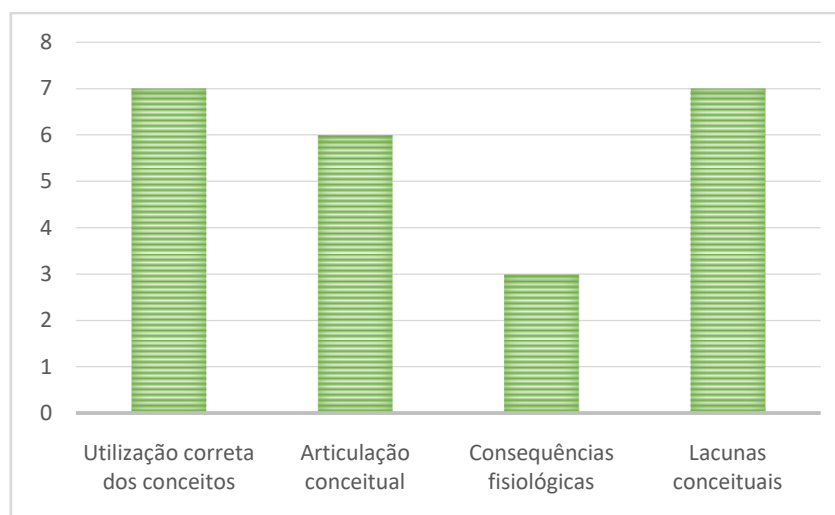
5.5. Validação da SAD

Para validação da SAD, foi feita a verificação dos conhecimentos construídos pelos estudantes para avaliar se são correspondentes aos objetivos propostos pelo professor (validação interna), onde foram traçados os objetivos de avaliação a partir do objetivo inicial da SAD, objetivos esses, que guiaram a análise do QVA e QVCP, como das atividades produzidas pelos estudantes durante a SAD, são eles:

- Utilização correta dos conceitos bioquímicos, relação entre alimentação e processos metabólicos e identificação do alimento como fonte de energia para o funcionamento metabólico.
- Aplicação dos conceitos bioquímicos e articulação entre o Macro universo dos contextos apresentados e processos moleculares presentes no metabolismo energético.
- Consequências Fisiológicas proveniente da ingestão dos inadequados (rica em carboidrato simples, bem como rica em gordura).

Os objetivos iniciais propostos pela professora, para desenvolver uma SAD, correspondem aos objetivos de avaliação. A seguir a identificação das categorias nos ECPL dos estudantes estão demonstradas no Gráfico 3 , podendo ser comparadas com as categorias encontradas nos questionários de verificação do conhecimento prévio (Gráfico 2). A partir dos ECPLs, observamos que houve uma evolução conceitual por parte das equipes, e mesmo tendo sido constatadas fragilidades quanto à elaboração dos esquemas com base numa visão sistêmico-complexa, foi possível observar que ao longo da aplicação da SAD, os estudantes foram se apropriando de uma pesamento mais crítico e contextualizado ao caso trabalhado, bem como de uma forma mais articulada.

Gráfico 3: Categorias identificadas nos ECPLs



De modo geral a proposta metodológica em questão conseguiu percorrer entre os pressupostos descritos por Behrens (2013) pois a maior parte dos grupos conseguiu articular as vias metabólicas envolvidas com o contexto em que os indivíduos foram inseridos. Os conceitos foram utilizados corretamente de forma satisfatória, sendo na maioria deles a acetil-CoA tendo sido apresentada como molécula intermediária entre as principais vias metabólicas (NELSON, 2018).

A proposta também se enquadra nos pressupostos metodológicos do MOMUP-PE (SÁ, 2017), pois o caso ressignificado construído pelos estudantes, representados pelos ECPLs, conseguiu demonstrar lacunas e dificuldades reconstruídas de forma mais satisfatória, pois todos os grupos conseguiram utilizar conceitos bioquímicos corretamente.

Tendo concluído a análise dos ECPLs, tendo em vista os objetos de avaliação⁶ e o objetivo da própria atividade, é possível afirmar, de forma geral, que todas as equipes conseguiram responder a questão orientadora⁷ para a construção dos esquemas, indicando interferir as alterações bioquímicas e

⁶Objetivos de Avaliação: (1) Identificar os alimentos como fonte de nutrientes necessários para a saúde e bem-estar do indivíduo; (2) Classificar, a partir dos nutrientes e do grau de processamento, os alimentos em saudáveis e não saudáveis; (3) Distinguir os representantes bioquímicos (macro e micronutrientes) dos alimentos que compõem uma dieta saudável e equilibrada para garantir a saúde do indivíduo; e (4) Reconhecer as funções dos alimentos envolvidos no bom funcionamento do organismo.

⁷ Para ter uma alimentação saudável, o que devo consumir e o que devo evitar?

fisiológicas decorrentes da obesidade, e os possíveis riscos à saúde das crianças, no que concerne o desenvolvimento de uma Diabetes Mellitus tipo 2 e de uma dislipidemia. Além disso, os estudantes conseguiram relacionar os hábitos alimentares e os fatores externos, com as consequências fisiológicas e o estabelecimento das vias metabólicas e das reservas energéticas.

Sá (2017) afirma que ao final do processo o estudante deverá apresentar novas habilidades, independentemente do nível de desenvolvimento conceitual, dando um novo significado a contextos a partir da ampliação da visão de mundo. Assim, a partir dos ECPLs produzidos, também é possível afirmar que a atividade permitiu avaliar as articulações conceituais desenvolvidas por cada grupo, contribuindo para a percepção sistêmica, desses discentes, sobre os conceitos e fenômenos presentes na Biologia.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado utilizou como base de orientação os pressupostos teórico-metodológicos do Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco (MoMuP-PE) (BRAYNER-LOPES, 2015; SÁ, 2017). A SAD foi construída e posteriormente aplicada, destinada a trabalhar a construção de conceitos bioquímicos, a fim de investigarmos a utilização de uma metodologia de ensino de Bioquímica de uma forma mais eficaz e significativa.

Através do percurso metodológico para validação interna de uma SAD, foi possível propor um percurso metodológico para aplicação da SAD, de forma, a obter dados para avaliação que permitam acompanhar os estudantes durante o processo de ensino-aprendizagem e que possibilite a comparação das rotas de aprendizagem planejadas com as rotas de aprendizagem efetivamente realizadas.

Os Questionários de Verificação do Conhecimento Prévio (QVCP) e Verificação Posterior a Ação (VPA) que foi o ECPL coletivo, se apresentaram como elementos para possibilitar a comparação entre as concepções prévias dos estudantes com os conhecimentos reelaborados ao final da SAD. Além de utilizar as atividades produzidas durante a SAD, para acompanhar as reelaboraões conceituais realizadas pelos estudantes, foi possível evidenciar que a avaliação da aprendizagem configura um processo contínuo de orientação e reorientação da prática pedagógica, configurando um mecanismo de acompanhamento construtivo do processo de aprendizagem.

O objetivo de avaliação se configurou como sendo o estabelecimento de metas a serem alcançadas cognitivamente, diante de um conceito trabalhado, significando ainda, acompanhar cognitivamente a mudança conceitual do estudante, do senso comum para o conhecimento reelaborado. O QVCP se configura como sendo uma ferramenta para levantar as concepções prévias dos estudantes, enquanto que o QVPA e as atividades produzidas, ao longo da SAD, configuram-se como ferramentas para avaliar o conhecimento construído ao longo e no final da intervenção (desconstruções e reconstruções).

A validação da SAD pesquisada orientou as ações previstas envolvendo a construção do conceito sobre metabolismo de Carboidratos e lipídeos e

discutir, juntos aos estudantes, as consequências fisiológicas que uma má alimentação pode causar, bem como a articulação das vias metabólicas e a ação hormonal sobre as vias metabólicas em um indivíduo obeso. Ademais, a SAD contribuiu para reelaboração dos conhecimentos dos estudantes; e na construção de um pensamento sistêmico/complexo com o universo macro da fisiologia do ser humano, e das relações entre as macromoléculas com o processo de alimentação e fatores externos como a sociedade.

Na utilização dos pressupostos teórico-metodológicos do MoMuP-PE como uma Base de Orientação da Ação Específica no desenvolvimento de uma SAD para a construção de conceitos abstratos de natureza sistêmico-complexa, a mesma se mostrou uma ferramenta facilitadora na construção de conceitos, orientando os estudantes para uma reelaboração conceitual, de forma articulada e paradigmática. Logo, a partir dessas orientações presentes nas ações propostas, foi possível proporcionar uma vivência aos estudantes, ainda numa perspectiva inicial de estudo, a fim de promover atividades de desconstruções e reconstruções (mentais e materializadas), conduzindo-os no processo de reelaboração conceitual.

Por fim, os momentos vivenciados nos sinalizam para a potencialidade do MoMuP-PE em fundamentar ações específicas para o estudo de conceitos de difícil mediação simbólica **domínio pouco estruturado** na sua reelaboração cognitiva, numa perspectiva articulada e paradigmática. Através dos momentos onde a atividade mental se internaliza e materializa, as travessias temáticas existentes se apresentaram como elementos de acompanhamento no processo de reelaboração conceitual contextualizada e ressignificada para o estudante.

7. REFERÊNCIAS

ANDRÉ, W. D. S.; COUTO, J. A.; SÁ, R. G. B.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ARAÚJO, R. V. S.; AQUINO, R. S. **Construção de Sequências Didáticas na Formação Inicial de Professores: Ensinando Bioquímica na Perspectiva do Paradigma Emergente**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 11. 2017. Florianópolis. Anais... Belo Horizonte: ABRAPEC, 2017.

ARAÚJO, R. V. S.; COUTO, J. A.; ANDRÉ, W. D. S.; AQUINO, R. S.; BRAYNER-LOPES, F. M.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. **Situação prática para o estudo da Bioquímica dos Alimentos por meio de uma produção coletiva na perspectiva de um paradigma inovador**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 11. 2017. Florianópolis. Anais... Belo Horizonte: ABRAPEC, 2017.

BAYNES, John W.; DOMINICZAK, Marek H. (Ed.). **Bioquímica médica**. Elsevier, 2019.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 6. Ed. Rio de Janeiro: ed.Vozes, 2013.

BEHRENS, M.A. **O paradigma da complexidade na formação e no desenvolvimento profissional de professores universitários**. Porto Alegre/RS, ano XXX, n. 3 (63), p. 439-455, set./dez. 2007.

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

CARNEIRO-LEÃO, A. M. dos 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. revista ampliada. Recife: UFRPE/Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia/Regional 5, 2009.

CARVALHO, A. **A Teoria da Flexibilidade Cognitiva e o Modelo das Múltiplas Perspectivas**. Universidade do Minho, Portugal, 2011.

DIESEL, A.; MARCHESAN, M.R.; MARTINS, S.N.; **Metodologias ativas de ensino na sala de aula: um olhar de docentes da educação profissional técnica de nível médio**. Signos, Lajeado, ano 37, n. 1, p. 153-169, 2016.

CRESWUELL, J.W. **Projeto de Pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. 2 ed. Porto Alegre: Artimed. 2007. 296 p.

FERNANDES, J. V. **Saberes, competências, valores e afectos necessários ao bom desempenho profissional do/a professor/a**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 2001.

JOFILI, Z., SÁ, R. G. B. DE CARNEIRO-LEÃO, A. M. DOS A. **A via glicolítica: Investigando a formação de conceitos abstratos no ensino da Biologia**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA - REGIONAL 5, CONGRESSO IBEROAMERICANO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS, 3, 4, 5. 2010. Campinas. Anais... São Paulo: Revista da SBEnBio, n. 3, 2010.

KARIOTOGLOU, P.; KOUMARAS, P.; PSILLOS, P. **Différenciation conceptuelle: un enseignement d'hydrostatique, fondé sur le développement et la contradiction des conceptions des élèves**. Didaskalia, n. 7, p. 63-90, 1995.

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.

MARIOTTI, H. **As paixões do ego: Complexidade, política e solidariedade**. 3 ed. São Paulo: Palas Athena, 2000. 356 p.

MARTÍNEZ-VAZ, B. M. **Conceptos claves, laboratorios de investigación y bases de datos: estrategias para la enseñanza de Bioquímica en siglo XXI**. Revista Química Viva, v. 1, n. 13, p. 5- 17, 2014.

MARZZOCO, Anita; TORRES, Bayardo Baptista. Bioquímica básica. In: **Bioquímica básica**. 1999.

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

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BOERSMA, K.; GOEDHART, M.; JONG, O. de; EIJELHOF, H. (Eds.). **Research And Quality of Science Education**. Dordrecht: Springer, 2005. p.

195-207.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-Learning Sequences: aims and tools for Science education research. **Internacional Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.

Modelo das Múltiplas Perspectivas de Aprendizagem- MoMuP. 2014, 125f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2014.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger-7**. Artmed Editora, 2018.

PEREIRA, A. F. **Diagnóstico inicial das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2008.

SÁ, R. G. B. **Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração**. 2007. 161f. Dissertação(Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 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 de Ciências e Matemática) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2017.

SPIRO, R. J. *et al.* **Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains**. In.: **Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, p. 375 - 383, 1988.

SPIRO, R.J.; JEHNG, J. **Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the non-linear and multidimensional traversal of complex subject matter**. In: NIX, D.; SPIRO, R. (Eds.). **Cognition, Education, and Multimedia**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990.

TEIXEIRA, F. M. **What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system**. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 5, p. 507-520, jul. 2010.

XAVIER, Hermes T. et al. V **Diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose**. Arquivos brasileiros de cardiologia, v. 101, n. 4, p. 1-20, 2013.

ZABALA, A. (1998). **A Prática Educativa: Como ensinar**. Trad. de Ernani F. da F. Rosa. PortoAlegre: Artmed, 2010. 224 p.

8. APÊNDICE

Roteiro para apresentação do caso

TRABALHANDO O CASO:

OBESIDADE INFANTIL: um olhar bioquímico

A nutrição, consumo e utilização de alimentos, afeta a saúde, o desenvolvimento e o desempenho. Os alimentos fornecem a energia que impulsiona os processos necessários à vida e proveem os substratos para a síntese e o reparo dos tecidos corpóreos. As necessidades nutricionais de um organismo refletem as fontes de energia livre metabólica de que ele dispõe. A partir da alimentação, os macronutrientes - proteínas, carboidratos e lipídeos) são degradados pelo sistema digestório em seus componentes - aminoácidos, monossacarídeos, ácidos graxos e glicerol, respectivamente, os principais nutrientes envolvidos no metabolismo celular. Em seguida, esses nutrientes são transportados aos tecidos pelo sistema circulatório. A utilização metabólica desses nutrientes também requer o consumo de O₂ e água, assim como de micronutrientes compostos por vitaminas e minerais.

Mas o que pode acontecer no organismo quando a alimentação se dá acima das necessidades do indivíduo? E se tratando de crianças?

Vamos à leitura do artigo a seguir:

Paiva ACT, Couto CC, Masson APL, Monteiro CAS, Freitas CF. Obesidade Infantil: análises antropométricas, bioquímicas, alimentares e estilo de vida. Rev Cuid. 2018; 9(3): 1-13. <http://dx.doi.org/10.15649/cuidarte.v9i3.575>