

MAPEAMENTO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS SOBRE O METABOLISMO DE PROTEÍNAS A PARTIR DA APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA

Mariana Rayane da Silva Pontes ¹
Anne Caline Bezerra Ferreira da Silva ²
Priscila Aparecida dos Santos Cordeiro ³
Janaína de Albuquerque Couto ⁴
Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão ⁵

RESUMO

Este texto versa sobre as concepções prévias, a respeito do Metabolismo de Proteínas, apresentadas por Licenciandos em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), matriculados na disciplina de Bioquímica dos Sistemas. Neste sentido, sinalizamos que estas concepções foram coletadas através da aplicação de uma Sequência Didática Interativa (SDI), realizada anteriormente às aulas destinadas a tratar do recorte conceitual supracitado. Nesta continuidade, as respostas obtidas na SDI foram exploradas com base nos pressupostos da Análise Hermenêutica Dialética Interativa (AHDI). Assim, o presente estudo é caracterizado como sendo de natureza qualitativa e participante. Destarte, considerando a complexidade do Metabolismo de Proteínas, devido à sua estreita articulação com as demais vias metabólicas e fenômenos biológicos, assim como, os métodos de coleta e análise de dados adotados, consideramos que o cerne deste estudo encontra-se fundamentado em princípios da Hermenêutica, Complexidade e Dialogicidade.

Palavras-chave: Metabolismo de Proteínas, Concepções Prévias, Sequência Didática Interativa, Análise Hermenêutica.

INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências no Brasil, conforme Baptista (2006), apresenta ainda um caráter cientificista, isto é, privilegia a abordagem dos conhecimentos científicos em detrimento daqueles advindos das experiências sociais e culturais dos sujeitos que compõem a sala de aula. Pode-se considerar que este cenário é, dentre outros fatores, decorrente do paradigma cartesiano em que está alicerçada a formação dos professores, uma vez que, este prioriza a fragmentação,

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife/PE, marianapontes65@gmail.com;

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife/PE, annecaline_@hotmail.com;

³ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife/PE, priscila.jesusemaria@gmail.com.

⁴ Professora Adjunta do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, na área de Bioquímica e Biofísica da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife/PE, janaina.couto@ufrpe.br

⁵ Professora Associada do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, na área de Bioquímica e Biofísica da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife/PE, ana.acleao@gmail.com.

que além de dissociar os conteúdos científicos promove um afastamento entre estes e o contexto em que os estudantes estão inseridos, em prol da busca da objetividade e da racionalidade.

A este respeito, Carneiro-Leão *et al.* (2013) ao olharem para a formação de licenciandos de Ciências Biológicas perceberam que estes:

[...] 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).

Denota-se, a partir da fala das autoras, a urgência da adoção de práticas na formação de professores que se aproximem do paradigma da complexidade, isto é, que busquem romper com “[...] a fragmentação, a divisão, a compartimentalização do conhecimento; o que implica aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver, aprender a aprender, aprender a ser” (BEHRENS; MORAN; MASSETTO, 2000, p.92).

Assim sendo, salientamos que se faz necessária uma abordagem articulada e contextualizada da Bioquímica durante o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, haja vista que configura uma disciplina que integra processos biológicos e químicos que transitam entre o universo micro e macroscópico. Diante do exposto, buscamos identificar, a partir da aplicação de uma Sequência Didática Interativa, quais as concepções prévias apresentadas por licenciandos em Ciências Biológicas a respeito do metabolismo de proteínas. Tencionamos verificar se os professores em formação conseguem mobilizar os conhecimentos, a respeito das demais vias metabólicas, para responder o problema proposto sobre uma via ainda não estudada e como o fazem, haja vista, o caráter articulado e simultâneo dos processos metabólicos.

METODOLOGIA

Este estudo enquadra-se em uma abordagem qualitativa, visto que nesta os dados são descritivos e respondem a questionamentos dentro de uma perspectiva social, não podendo ser quantificados (MINAYO, 2001) e caracteriza-se em uma pesquisa participante, baseada em uma metodologia de observação participante na qual são estabelecidas relações comunicativas entre o pesquisador e a pessoa ou o grupo investigado (THIOLLENT, 1986). Neste sentido, buscou-se identificar, a partir da aplicação de uma SDI, as concepções prévias de uma turma de 33 alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFRPE, matriculados na

disciplina do 2º período, Bioquímica dos Sistemas, para o estudo do tema Metabolismo de Proteínas. Inicialmente, foi elaborado junto com a professora da turma o seguinte questionamento: “*Como se dá a obtenção de energia na forma de ATP a partir de proteínas da dieta?*” e a atividade didática, objeto deste estudo, aconteceu em três momentos, seguindo os pressupostos da SDI:

1. Os estudantes foram orientados a responder individualmente o questionamento inicial e posteriormente foram divididos em 6 grupos para sistematizar, a partir das respostas individuais, uma única resposta que representasse o grupo.
2. Cada grupo escolheu um representante, tido como líder, e um novo grupo foi formado a partir de todos os líderes escolhidos, estes com as respostas sistematizadas, em seus grupos de origem, em mãos.
3. O grupo dos líderes construiu, a partir de todas as sínteses, uma única resposta para o questionamento inicial, posteriormente esta resposta foi colocada no quadro branco e discutida com a turma para possíveis alterações.

Os dados coletados para posterior análise se constituíram das respostas individuais, das respostas sistematizadas pelos grupos e da resposta sistematizada pelo grupo dos líderes, esta última representando a resposta final para o questionamento inicial. Adicionalmente, o momento final com a discussão coletiva foi gravado, constituindo-se o áudio, também, como dado para a análise. As respostas dos grupos estão representadas por suas identificações (G1 a G6) e as respostas dos licenciandos estão representados por L_nG_n , sendo o primeiro n o número correspondente do licenciando dentro do grupo e o segundo n o número correspondente do grupo. Os dados foram analisados a partir dos pressupostos da Análise Hermenêutica Dialética Interativa (AHDI).

DESENVOLVIMENTO

Construção de Conceitos Bioquímicos

Relativamente ao estudo deste ramo das Ciências Biológicas, é comum que os conceitos sejam entendidos como uma coleção de estruturas e reações químicas de difícil compreensão, esta percepção pode ser creditada, em parte, “à sua característica interdisciplinar e à

complexidade dos conteúdos, uma vez que, trata de fenômenos micro e macromoleculares, difíceis de serem abstraídos e compreendidos” (SCHOENMAKER, 2009, p.18).

No âmbito das especificidades bioquímicas, o consumo de proteínas não está diretamente atrelado à produção de ATP, como acontece com carboidratos e lipídeos, mas seus monômeros constituintes podem servir para formação de precursores para o ciclo de Krebs em situações extremas em que o nível glicêmico precisa ser restabelecido. Tendo em conta esta 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.

Conhecimentos Prévios

Denomina-se de conhecimento prévio aquele que antecede a abordagem escolar ou acadêmica, isto é, aquele cuja origem está atrelada às experiências do sujeito. A este respeito, Pozo *et al.* (1991) sinalizam que a gênese destes conhecimentos pode ser puramente empírica (sensorial); herdada do grupo social em que o indivíduo está inserido (social); ou ainda resultante da comparação entre diferentes domínios do saber (analógica). Independe da fonte destes conhecimentos, há um consenso na literatura, de que estes constituem um aglomerado de ideias que influem diretamente na apropriação de novos conhecimentos. Braathen (2003) compartilha desse pensamento e acrescenta que aquilo que o estudante já conhece funciona como alicerce para a construção de novas ideias.

Relativamente a isto, Baptista e El-Hani (2006) apontam que desconsiderar as concepções prévias dos estudantes pode gerar desmotivação nos mesmos, uma vez que, tal postura confere a falsa impressão de que o cotidiano destes e os conhecimentos científicos são universos distantes que não dialogam. Neste contexto, o mapeamento e a consideração das concepções prévias constituem uma alternativa para promoção de aproximação entre os estudantes e o objeto de estudo. Nesta continuidade, Zeni (2010) ao tratar de aprendizagem significativa sinaliza que Ausubel (1978) considera que esta ocorre quando promove mudanças, sejam estas qualitativas ou quantitativas, no conhecimento pré-existente na estrutura cognitiva do estudante. Destarte, evidencia-se a necessidade de que as concepções prévias dos discentes

sejam consideradas pelos docentes ao abordar conteúdos novos, a fim de promover um ensino mais dialógico e significativo.

Sequência Didática Interativa

De acordo com Oliveira (2008) a Sequência Didática Interativa (SDI) é um tipo de metodologia interativa e fundamenta-se nos pressupostos teóricos do método pluralista e construtivista (GUBA e LINCOLN, 1989), no método da análise de conteúdo (BARDIN, 1977) e no método hermenêutico-dialético (MINAYO, 2004) e, portanto, baseia-se em uma abordagem construtivista, que tem como ponto de partida a realidade tal qual ela se apresenta, para a construção do conhecimento, este tendo como principais pilares a razão (cognição) e a linguagem (OLIVEIRA, 2010). Nesta direção, a SDI configura-se em uma ferramenta para trabalhar conceitos e/ou definições em diferentes áreas do conhecimento, tendo o ensino de ciências algum destaque, e trata-se de uma dinâmica que deverá ser usada, preferencialmente, em grupos de três a cinco pessoas a partir dos seguintes passos (OLIVEIRA, 2010):

1. Cada participante do grupo recebe uma folha para escrever o que entende sobre o conceito e/ou a definição escolhida pelo professor, após este momento, o grupo precisa realizar uma síntese daquele conceito e/ou definição e formar uma única resposta.
2. Em um segundo momento, os grupos escolhem um líder e um novo grupo é formado a partir dos líderes escolhidos em cada grupo, e estes devem estar com as respostas sistematizadas, que representam seus grupos iniciais, em mãos.
3. No momento final é construído um só conceito ou definição como resposta final das sínteses sistematizadas no grupo dos líderes, e a partir disto o professor discute, com todos os alunos, acerca da dinâmica, dialogando com o conteúdo teórico e tema de estudo.

Adicionalmente, Oliveira (2010) ressalta que, por a SDI se constituir em um processo dialético, esta pode e deve ser adaptada aos objetivos do professor que a utiliza a fim de construir novos conceitos e/ou definições ou sistematizar os saberes que já existem para a construção do conhecimento.

Análise Hermenêutica Dialética Interativa

Oliveira (2001) orienta que as respostas obtidas na aplicação da SDI sejam exploradas com base no método da Análise Hermenêutica Dialética Interativa (AHDI), uma vez que, este permite uma retratação mais fiel da realidade estudada, pois “coloca a fala em seu contexto para entendê-la a partir do seu interior e no campo da especificidade histórica e totalizante, em que é produzida” (MINAYO, 1996 *apud* OLIVEIRA, 2001, p.72), isto é, permite uma compreensão mais aprofundada da fala dos atores sociais, haja vista, que situa o cenário e as condições em que esta surge.

Ainda de acordo com Oliveira (2001), o método hermenêutico dialético de análise desenvolvido por Minayo (1996) compreende os seguintes procedimentos: 1) Estabelecimento de determinações fundamentais; 2) Encontro com os fatos empíricos; 3) Ordenação dos dados; 4) Classificação dos dados; 5) Análise final. Desta forma, elucidamos que o primeiro consiste no estabelecimento de pré-categorias de análise com base no contexto sócio-histórico em que a pesquisa será desenvolvida. Já o segundo equivale ao acréscimo de categorias que emergiram após a inserção no campo. Neste seguimento, a ordenação dos dados consiste na organização de todas as informações coletadas, perpassando pelas transcrições das respostas obtidas, e cruzamento destas com as leituras de documentos e das anotações do caderno de campo. *A posteriori*, a classificação dos dados deve ser estruturada com base nos aportes teóricos utilizados, pois é com base na articulação entre estes que a análise final será desenvolvida, a fim de responder ao problema de pesquisa proposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Almejando responder ao problema de pesquisa proposto, a lembrar: *Quais as concepções prévias apresentadas por licenciandos em Ciências Biológicas a respeito do metabolismo de proteínas?* - e considerando o caráter simultâneo e articulado das vias metabólicas, assim como, a prática da docente de Bioquímica, elencamos a seguinte categoria teórica: **resgate ao conhecimento acerca das demais vias metabólicas.**

Neste sentido, retomemos ao questionamento inicial que norteou a SDI aplicada: “*Como se dá a obtenção de energia na forma de ATP a partir de proteínas da dieta?*”. Isto posto, salientamos que ao direcionar o olhar para as respostas obtidas na SDI, notamos que alguns discentes recorreram à informações a respeito de apenas uma via metabólica já estudada, enquanto outros associaram mais de uma dessas vias para conseguir responder ao

questionamento levantado, e houve ainda àqueles que recorreram a conteúdos trabalhados na disciplina de Bioquímica Molecular, a qual é pré-requisito para a disciplina em que a pesquisa foi desenvolvida. Desta forma, salientamos que da categoria elencada *a priori*, emergiram mais quatro categorias, as quais foram estabelecidas de acordo com os níveis de articulação que os discentes conseguiram demonstrar entre as vias metabólicas e entre estas e outros conceitos biológicos, destarte, são elas: **Gliconeogênese**, **Integração Metabólica**, **Condicionamento Fisiológico** e **Conhecimento Molecular**.

A partir da análise dos dados estruturados a partir das respostas dos licenciandos, constatamos diferentes níveis de articulação sobre a obtenção da molécula de ATP, isto é, de energia, a partir da ingestão de proteínas na alimentação. A esse respeito, elucidamos que agrupamos na categoria denominada **Gliconeogênese** as respostas que fazem alusão apenas à obtenção de glicose a partir de precursores não glicídicos. No entanto, é notável que mesmo pertencendo à uma única categoria as respostas encontram-se em distintos níveis de percepção a respeito da via metabólica em questão, a exemplo tem-se a fala de **L1G1**: “[...] *Aminoácidos e sua relação com a gliconeogênese.*” e de **L2G1**: “[...] *as proteínas serão metabolizadas para uma forma que possa ser utilizada na Gliconeogênese e assim ser transformada em piruvato e/ou Acetil-CoA.*”. Enquanto o primeiro licenciando menciona de maneira mais superficial que há uma relação entre aminoácidos e gliconeogênese sem, no entanto, elucidar que tipo de relação é esta, o segundo licenciando evidencia que a partir da degradação das proteínas são obtidos precursores do Ciclo de Krebs e os nomeia, notabilizando que mobilizou mais conhecimentos específicos acerca do metabolismo de carboidratos para poder responder ao questionamento proposto.

Nesta continuidade, na categoria nomeada **Integração Metabólica**, foram agrupadas respostas mais completas, que perpassam e articulam de maneira evidente mais de uma das vias metabólicas estudadas anteriormente ao metabolismo das proteínas. A fim de ilustrar isto, podemos voltar o olhar para a fala de **L1G6**: “[...] *As proteínas não são reservas energéticas, sendo degradadas para a produção Acetil-CoA e depois Ciclo de Krebs. Caso ocorra um excesso de ingestão de proteínas, elas vão formar Acetil-CoA e com esse excesso ocorre a biossíntese de ácido graxo. Depois esse ácido graxo é esterificado a triacilglicerol que estarão nos tecidos adiposos.*”, aqui o licenciando apresenta um número maior de informações e articulações dos possíveis caminhos metabólicos se comparado às falas colocadas por **L1G1** e **L2G1**, haja vista, que acrescenta que as proteínas não executam a função de reserva energética

e cita o processo bioquímico que ocorre quando há um consumo exacerbado desta macromolécula, agregando informações sobre a biossíntese de ácido graxo e a reserva de triacilglicerol, ou seja, incorporando conceitos pertencentes ao metabolismo de lipídios. Em síntese é possível encontrar na fala em questão articulação entre o metabolismo das três grandes principais macromoléculas: carboidratos, lipídios e proteínas.

A respeito dos trechos enquadrados nas categorias **Gliconeogênese** e **Integração Metabólica**, sinalizamos que estes coadunam com a categoria teórica estabelecida *a priori*, em outras palavras, nestas falas notabiliza-se o **resgate ao conhecimento acerca das demais vias metabólicas**. Neste contexto, pode-se perceber que os licenciandos conseguem visualizar e explanar, ainda que de maneira incipiente, a interdependência entre os percursos metabólicos. Relativamente a isto, Mariotti (2010) realça a urgência de alinharmos o estudo das partes sem perder de vista o todo e vice-versa, nesta perspectiva compreender as interações entre as diferentes vias metabólicas é tão importante quanto o conhecimento isolado destas.

Já a categoria **Condicionamento Fisiológico** reúne fragmentos de fala que esclarecem que a aquisição de energia na forma de ATP a partir do consumo de proteínas restringe-se a situações específicas, no que se refere a isto, **L2G1** esclarece: “[...] *A metabolização de proteínas para serem usadas como ingredientes na síntese de ATP ocorre em momentos de jejum muito prolongados ou em exercícios físicos muito intensos e demorados. [...]*”, relativamente a isto, Nelson e Cox (2014) salientam que durante o jejum prolongado, em que não há mais disponibilidade de glicose e de reservas glicogênicas, a gliconeogênese torna-se crucial para manutenção das funções vitais do organismo. Neste sentido, torna-se notória, na fala do licenciando, a percepção da influência de fatores externos, tais como, a alimentação e a prática de exercícios, no metabolismo humano, no que se refere a isto, Morin (2015, p. 7) acrescenta “que é preciso ensinar que as coisas não são apenas coisas, mas também sistemas que constituem uma unidade, a qual engloba diferentes partes”. Neste contexto, o ser humano apresenta-se como fruto das interações presentes entre seus próprios componentes e entre estes e fatores externos, sejam eles, ambientais, sociais, históricos ou culturais, daí a relevância de uma prática docente que elucide a complexidade que é inerente à vida humana.

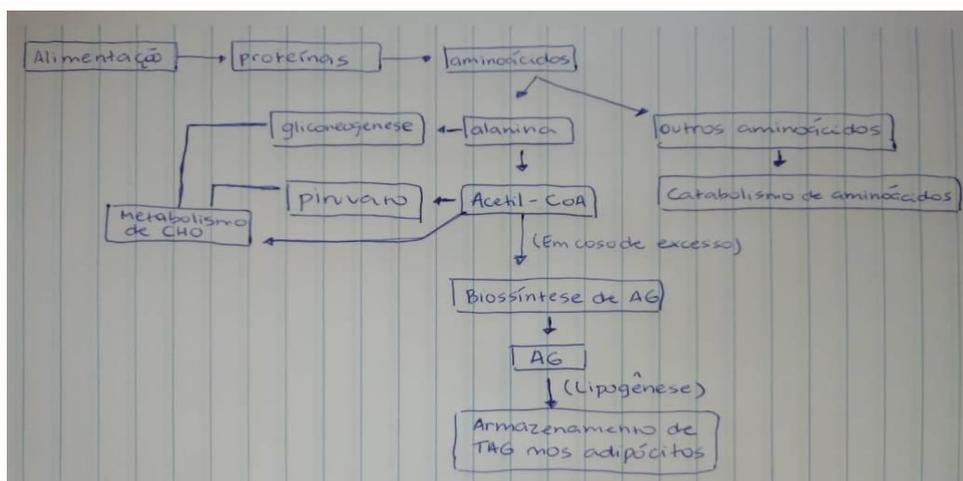
Na categoria **Conhecimento Molecular** estão as falas em que os licenciandos retomam conhecimentos estudados na disciplina de Bioquímica Molecular para responder ao problema proposto, como pode ser visto na colocação de **L1G2**: “*As proteínas ingeridas a partir da*

alimentação são transformadas em aminoácidos através da digestão. Esses aminoácidos são divididos em dois grupos: Essenciais e não-essenciais [...]”. Evidencia-se nesta fala a utilização de concepções pertencentes a uma disciplina distinta, configurando-se assim, em um processo de resgate de conhecimentos prévios de origem analógica, apontada nos estudos de Pozo *et al.* (1991).

➤ Resposta “consenso”:

“Após a ingestão de proteínas, essas poderão seguir três vias, dependendo do estado do indivíduo, a primeira via começa quando essa proteína é degradada em aminoácidos, estes serão transformados em Acetil-CoA e seguirão para o Ciclo de Krebs, gerando ATP. A segunda se inicia quando tem-se o excesso dessas proteínas degradadas em aminoácidos que formam o Acetil-CoA porém não seguirão para o Ciclo de Ácido Cítrico, ocorrendo assim, a biossíntese de ácidos graxos, que serão armazenados na forma de triacilglicerol, que quando mobilizados geram ATP. A terceira via ocorre quando o indivíduo está em jejum prolongado, a alanina que é um aminoácido precursor do piruvato irá para a via da gliconeogênese formando a glicose, que quando degradada irá formar Acetil-CoA e irá para o Ciclo do Ácido Cítrico gerando ATP.”.

Figura 1: Esquema conceitual construído como parte da resposta “consenso” da turma



Fonte: Acervo pessoal (produção da turma)

A respeito da resposta final para o questionamento inicial, configurada como a resposta “consenso” da turma, destacamos a influência que a prática da professora exerceu nos licenciandos, que utilizaram um desenho (esquema conceitual) para representar a resposta escrita. Estes esquemas foram comumente utilizados dentro da disciplina, demonstrando que a

forma que o docente atua durante a formação dos professores direciona, de certa forma, a prática futura destes, contribuindo para a construção do perfil do professor que está sendo formado, como aponta Terrazzan (2007).

Notabiliza-se ainda que na resposta síntese da turma, há uma menção a conceitos pertencentes ao metabolismo das três principais macromoléculas, perpassando pela ilustração de situações extremas, tais como, o jejum prolongado e consumo exacerbado de proteínas. Os discentes conseguem ainda elucidar que não são todos os aminoácidos que irão gerar precursores da gliconeogênese, apresentando a possibilidade destes serem catabolizados, isto é, de seguirem um caminho distinto daqueles por eles apresentados.

Neste sentido, ao tratar da natureza dos conceitos biológicos, Macêdo *et al.*, 2015 (p.2) assinala que estes “tratam-se de conceitos Sistêmicos e Complexos, cujo processo de ensino-aprendizagem requer o desenvolvimento de metodologias diferenciadas, contemplando múltiplas linguagens”, isto é, requerem a adoção de práticas metodológicas que permitam ao licenciando em ciências biológicas compreender os conteúdos de forma recursiva, rompendo com a fragmentação e a linearidade presente nos modelos de formação pautados no paradigma cartesiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o percurso traçado e os resultados obtidos na presente pesquisa, assinalamos que a Sequência Didática Interativa configura uma importante ferramenta metodológica no processo de mapeamento de concepções prévias e promoção de diálogo entre estas e o novo conteúdo a ser explorado. Em nosso contexto, a utilização da SDI possibilitou o mapeamento dos conhecimentos prévios apresentados pelos licenciandos em Ciências Biológicas acerca do conceito de Metabolismo de Proteínas, bem como, das correlações e articulações que estes conseguiam estabelecer com os conteúdos já estudados na disciplina em questão, assim como, com os demais conceitos biológicos.

A esse respeito, sinalizamos que o fato dos discentes conseguirem responder com facilidade à um questionamento sobre uma via metabólica ainda não estudada, deve-se em parte, à prática da docente que busca dialogar com os preceitos da complexidade, e portanto, não fragmenta e isola os conceitos bioquímicos. Posto isto, evidenciamos a importância do

resgate aos conhecimentos prévios como ponto de partida para a construção de novos conhecimentos, em uma proposta de ensino e aprendizagem mais dialógicos e significativos.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, G. C. S., e EL-HANI, C. N. Investigação etnobiológica e ensino de biologia: uma experiência de inclusão do conhecimento de alunos agricultores na sala de aula de biologia. In: TEIXEIRA, P. M. M. (Org.): **Ensino de ciências: pesquisas e reflexões**, pp. 84-96. Ribeirão Preto: Ed. Holo, 2006.

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

BOFF, E. T. O.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. A significação do conceito energia no contexto da situação de estudo alimento: produção e consumo. 48. **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 dez. 2018

BRAATHEN, P.C. O processo ensino aprendizagem em disciplinas básicas do terceiro grau. **Educação e Tecnologia**, v.8, n.1, 34-41, 2003. Disponível em: <<https://periodicos.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/53>>. Acesso em: 06 dez. 2018.

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/SBEnBio/Regional 5, 2010, 266 p.

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. **Enseñanza de las Ciencias**, número extra, p. 689-695, 2013

GUIMARÃES, S. S. M. Complexidade e Formação de Professores de Ciências: diálogos preliminares. In: Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino, 4., 2011, Goiânia. **Anais... Goiânia: CEPED, 2011. Disponível em: <https://lesec.icb.ufg.br/up/263/o/Texto_Simone%20Sendin_conferencia.pdf?1328748779>.** Acesso em: 07 dez. 2018.

IMBERNÓN, F. **Formação Docente e Profissional: formar-se para mudança e a incerteza**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

MACÊDO, P. B.; BRAYNER-LOPES, F. M.; SOUZA, A. F.; JOFILI, Z. M. S.; CARNEIRO-LEAO, A. M. A. 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

MARIOTTI, H. **As paixões do ego: complexidade, política e solidariedade**. 3 ed. São Paulo: Palas Athena. 2010. 350 p.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

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. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/viewFile/2941/2225>> Acesso em 04 dez. 2018.

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

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 2ª ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2008.

_____. Metodologia Interativa: um processo hermenêutico dialético. **Interfaces Brasil/canadá**, Pelotas - Rs, v. 1, n. 1, p.67-78, 2001. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/142236978/metodo-dialetico-interativo>> Acesso em: 06 dez. 2018.

_____. SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS. In: Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, 4., 2010, Sergipe.

_____. Círculo hermenêutico-dialético como sequência didática interativa. **Interfaces Brasil/Canadá, Revista Brasileira de Estudos Canadenses**, v. 11, n. 1, p. 235-252, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/interfaces/article/view/7173/4990>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

POZO, J. A. *et al.* Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: un interpretación desde la psicología cognitiva. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona, v. 9, n. 1, p. 83-94, 1991. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/39101475_Las_ideas_de_los_alumnos_sobre_la_ciencia_Una_interpretacion_desde_la_psicologia_cognitiva>. Acesso em: 06 dez. 2018.

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.

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

ZENI, A. L.B. Conhecimento prévio para a disciplina de Bioquímica em cursos da área da saúde da Universidade Regional de Blumenau - SC. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, Santa Catarina, n. 1, p.1-14, abr. 2010. Disponível em: <<http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/39>>. Acesso em 06 dez. 2018.